







سرویس و نگهداری تأسیسات ساختمان

شامل:

تجهیزات تهویهٔ مطبوع

دمپرها

پمپ‌های سانتریفوژ

بادبزن‌ها

مشعل‌ها

دیگ بخار

سیستم آتش نشانی ساختمان

واژه نامه

ترجمه و تألیف:

مهندس سید مجتبی طباطبایی

سرویس و نگهداری تأسیسات ساختمان

شامل :

تجهیزات تهویه مطبوع

دمپرها

پمپهای سانتریفوژ

بادزنها

مشعلها

دیگ بخار

سیستم آتش‌نشانی ساختمان

واژه‌نامه

ترجمه و تألیف :

مهندس سید مجتبی طباطبایی



طباطبائی، مجتبی، گردآورنده و مترجم.
سرویس و نگهداری تأسیسات ساختمان شامل: تجهیزات تهویه مطبوع، دمپرها... /
ترجمه و تألیف مجتبی طباطبائی. ـ تهران: روزبهان، ۱۳۷۷.
[۲۴۹]ص.: مصور، جدول، نمودار.
ISBN: 964-5529-37-9
فهرستنویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
واژه‌نامه.
کتابنامه: ص. [۲۴۹].
۱. تأسیسات ـ نگهداری و تعمیر. ۲. تأسیسات
الف. عنوان.
۴س ۲ط/TH ۶.۱۳ ۶۹۶/۰۲۸۸
۱۳۷۸
کتابخانهٔ ملی ایران ۷۷ـ۳۲۱۶م

سرویس و نگهداری تأسیسات ساختمان

سید مجتبی طباطبائی

چاپ اول: ۱۳۷۷
چاپ پنجم: پاییز ۱۳۸۸
طراح جلد: شیده وزیری
حروف نگار: صدیقه السادات حکیمی
چاپ: چاپخانهٔ گلشن



www.roozbahan.com
info@roozbahan.com

۲۰۰۰ نسخه، ۳۳۰۰ تومان

تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، شماره ۱۳۴۲ ـ تلفن ۶۶۴۰۸۶۶۷ـ۶۶ نمابر: ۶۶۴۹۲۲۵۳

بسمه تعالی



کارکرد بی‌عیب و نقص تأسیسات ساختمان، هر قدر هم که درست طراحی شده باشد، بدون سرویس و نگهداری صحیح و برنامه‌ریزی شده متصوّر نیست. فقدان برنامهٔ راهبری و نگهداری علاوه بر اینکه تأسیسات را به تدریج ناکارا و پر هزینه می‌کند، آن را بر خلاف فلسفهٔ وجودی‌اش به عامل ناراحتی ساکنین ساختمان یا وارد آمدن خسارت به فرایندهای تولیدی تبدیل می‌سازد. هم از اینروست که قبل از راه‌اندازی تأسیسات ساختمان باید برای سرویس و نگهداری منظم آن برنامهٔ مشخصی تهیه گردیده و متخصصینی در نظر گرفته شوند که بر حسب نوع تأسیسات به طور دائم یا ادواری این کار را انجام دهند.

در کتاب حاضر اصول سرویس و نگهداری و مواردی از عیب‌یابی و رفع عیب تأسیسات متداول ساختمانها، در هفت فصل ارائه شده است. در اینجا نیز به همان دلیلی که در مقدمهٔ کتاب "محاسبات تأسیسات ساختمان" (تألیف اینجانب) ذکر شد، از ترجمهٔ توضیحات داخل شکلها خودداری شده است تا خوانندهٔ کتاب به اصطلاحات انگلیسی تأسیسات که به هر حال ناگزیر به فراگیری آنهاست، عادت کند. البته با وجود واژه‌نامهٔ انتهای کتاب، خواننده در یافتن معادل فارسی لغات انگلیسی مشکلی نداشته و از مراجعه به فرهنگ لغات انگلیسی تقریباً بی‌نیاز خواهد بود.

امید است این کتاب نیز همچون کتاب محاسبات تأسیسات ساختمان، مورد استفادهٔ متخصصین امر قرار گرفته و به سهم خود در بهره‌برداری بهتر از تأسیسات ساختمانها مؤثر افتد.

مهندس سید مجتبی طباطبایی

زمستان ۷۶

فهرست مندرجات

عنوان — صفحه

فصل اول

عنوان	صفحه

عنوان صفحه

صفحه | عنوان

عنوان | صفحه

عنوان	صفحه

فصل دوم

عنوان | صفحه

عنوان صفحه

فصل سوم

فصل چهارم

عنوان | صفحه

فصل پنجم

عنوان صفحه

فصل ششم

فصل هفتم

عنوان **صفحه**

١

تجهيزات تهوية مطبوع

تجهیزات تهویهٔ مطبوع

عملکرد صحیح تأسیسات مکانیکی در گرو چند چیز است؛ انتخاب درست دستگاهها بر اساس محاسبات دقیق و جزئیات مندرج در کاتالوگ آنها، نصب صحیح در محل مناسب و سرویس به موقع. در غیر این صورت سیستم درست کار نخواهد کرد و مسئولیتی هم متوجه سازندگان دستگاهها نیست.

این فصل ناظر بر اصول نگهداری و سرویس دستگاههای تهویهٔ مطبوع است.

● نصب

هنگام نصب تأسیسات، مهندس نگهدار سیستم باید در کوران این موارد قرار گیرد: انتخاب نوع و اندازهٔ صحیح دستگاهها به جهت ضروریات کنترل؛ نصب دستگاهها در جای صحیح و روی فونداسیون مناسب برای پرهیز از انتقال ارتعاشات یا صدا به محل سکونت؛ وسعت مناسب موتورخانه و وجود فضای کافی برای سرویس یا تعمیر دستگاهها؛ نصب تأسیسات به گونه ای که کثافات و اجرام ناخواسته به داخل سیستم وارد نشوند؛ (در مورد دستگاههای تبرید) کاملا" کیپ و غیر قابل نفوذ بودن سیستم؛ خشک کردن کامل سمت مبرّد (فشار ضعیف) چیلر با وسایل مکانیکی یا شیمیایی قبل از گازدهی به دستگاه؛ وارسی دقیق تمامی وسایل و ادوات ایمنی سیستم هنگام راه‌اندازی.

● مسئولیت

مهندس نگهدار، مسئول کیفیت کار و نگهداری دستگاهها و تجهیزات سیستم تهویه مطبوع است تا با کمترین هزینه، آسایش مورد نظر تأمین شود. باید برنامهٔ خاصی برای کار سیستم تهیه شود تا با حداقل ساعات کار دستگاهها، شرایط آسایش در ساختمان برقرار گردد.

کارکرد مقتصدانهٔ سیستم سرمایش منوط به درک و بهره‌گیری از این چیزهاست :

* تأثیر ضریب اختلاف (Diversity Factor) و ضریب ذخیره (Storage Factor)؛
* تثبیت مقدار هوای خارج ورودی به ساختمان در حداقل ممکن؛
* کنترل صحیح دمای آب کندانسور؛
* عملکرد سیستم چند چیلری به نحوی که هر یک از چیلرها حداکثر بازدهی را داشته باشند.

● نگهداری پیشگیرانه

به جای اینکه نقط هنگام خرابی دستگاهها در صدد رفع نقص و تعمیر آنها برآییم، باید یک برنامهٔ

سرویس و نگهداری پیشگیرانه را تنظیم کنیم، چه از قدیم گفته‌اند "پیشگیری بهتر از درمان است".

سرویس و نگهداری پیشگیرانه، مخارج عملیاتی سیستم و مدت زمان بطالت آن (جهت انجام تعمیرات) را به شدت کاهش می‌دهد. باید توجه داشت که هزینهٔ تعمیر دستگاه و تعویض قطعات گاه ممکن است بسیار زیاد باشد. "نگهداری پیشگیرانه" موجب افزایش طول عمر دستگاهها نیز خواهد شد.

جهت اجرای مؤثر برنامهٔ "نگهداری پیشگیرانه" لازم است معلوم گردد که چه کارهایی باید انجام گیرند؛ اطمینان حاصل شود که این کارها حتماً انجام گرفته‌اند؛ تأثیر اجرای این برنامه در مدت زمانهای معین مورد ارزیابی قرار گرفته و تغییرات مقتضی جهت بهبود کار اعمال گردند.

باید برای تمام دستگاهها و تجهیزات "برگهٔ بازرسی" و جدول تناوب کارکرد با توجه به دستورالعملهای کارخانجات سازندهٔ دستگاهها، تهیه شود. نمونه‌ای از این برگه‌های بازرسی که برای یک چیلر سانتریفوژ (گریزازمرکزی) تهیه شده است در شکل ۱-۱ ملاحظه می‌شود.

گزارش انجام بررسیهای لازم و تعویض قطعات در زمانهای مقتضی، باید توسط مهندس یا تکنیسین نگهدار سیستم در برگه‌های مخصوص درج شود.

برخی شرکتهای سازندهٔ چیلر برنامهٔ کامل "نگهداری پیشگیرانه" را در یک کتابچهٔ راهنما در اختیار خریدار دستگاه قرار می‌دهند و معمولا" مسئولیت این کار را نیز متخصصین همان شرکت عهده‌دار می‌شوند.

● جداول کار دستگاه (Operating Logs)

لازم است که مسئول راهبری سیستم، این جداول را در کنار چیلر و دیگ شوفاژ داشته باشد. اطلاعات مندرج در این جداول شامل دماها و فشارها، سطوح روغن و مبرّد، آمپراژ و وضعیت کنترل موتور است. این اطلاعات در ارزیابی نحوهٔ کار دستگاه و نیز رفع عیوب آن مفیدند. برای مثال، در یک چیلر سانتریفوژ اختلاف دمای تقطیر و دمای آب خروجی از کندانسور در یک شرایط بار معین، به شناخت بازده کار دستگاه و تأثیر منفی عواملی مثل رسوب گرفتن یا کثیف شدن لوله‌های کندانسور در بازده دستگاه، کمک می‌کند. شکل ۱-۲ نمونه‌ای از جداول کار یک چیلر سانتریفوژ را نشان می‌دهد.

● قطعات یدکی

باید فهرستی از قطعاتی که بیشترین موارد تعویض را دارند تهیه شده و با توجه به دورهٔ زمانی تعویض آنها به تعداد کافی خریداری و انبار شوند. البته در این مورد بهتر است با کارخانهٔ سازندهٔ دستگاه مشورت شود.

برگهٔ بازرسی

مدل چیلر .... محل استقرار ....

شمارهٔ سریال ....

	هفتگی	شش ماهه	سالانه
بازبینی جدول نحوه کارکرد دستگاه	×		
بررسی سطح روغن، فشار و دما	×		
بررسی وضعیت تخلیه گاز (Purge)	×		
الف: شدت تخلیهٔ هوا	×		
ب: شدت تجمع آب	×		
تنظیم شارژ مبرّد[۱]	×		
تنظیم شیرهای تخلیهٔ گاز[۱]	×		
تنظیم کنترل‌کننده‌های کار دستگاه[۱]	×		
بررسی صحت کنترل کننده‌ها		×	
الف: قطع آب سرد دما-پایین		×	
ب : قطع مبرّد دما-پایین		×	
ج : قطع روغن دما پایین و فشار-پایین		×	
د : فلوسوئیچ آب سرد		×	
بررسی کنترل‌کننده‌های تخلیهٔ گاز		×	
بازرسی راه‌اندازها (Starters)		×	
بسته بودن کوپلینگهای قابل انعطاف		×	
بازرسی کمپرسور			
الف: یاتاقان سر محور[۲]			
ب : یاتاقان کف گرد[۲]			

شکل ۱-۱ : چک لیست برای بازرسی یک چیلر سانتریفوژ (گریز از مرکزی) - ادامه در صفحهٔ بعد

برگهٔ بازرسی

مدل چیلر .... محل استقرار ....

شمارهٔ سریال ....

	هفتگی	شش ماهه	سالانه
ج : سر محور (که در یاتاقان می‌چرخد)[۲]			
د : پمپ روغن[۲]			
هـ: گرمکن روغن[۲]			
تعویض روغن و فیلتر روغن			×
بازرسی سردکن و کندانسور			×
الف: لوله‌های و صفحه لوله‌ها			×
ب : صفحات جداکننده و کاسه نمدها			×
ج : فلوسوئیچ‌ها			×
د : تمیز کردن لوله‌ها[۱]			×
بازرسی و تمیز کردن واحد تخلیهٔ گاز			×
بررسی کنترل‌کننده‌های تخلیهٔ گاز			×
بررسی کنترل‌کننده‌های الکترونیک			×
الف: تعویض لوله‌های خلاء			×
آزمایش نشت			×

۱– طبق آنچه در جدول نحوهٔ کارکرد ذکر شده است.

۲– طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده

شکل ۱-۱ : *چک لیست برای بازرسی یک چیلر سانتریفوژ (گریز از مرکزی) - ادامه*

● آموزش

برای تربیت متخصصین راهبری و تعمیر و نگهداری باید یک برنامهٔ آموزشی تدوین و اجرا شود، به طوری که این افراد کاملاً با خصوصیات سیستم و اجزاء مکانیکی آن و همچنین مسئولیتی که قرار است به عهده گیرند، آشنا شوند.

● نیازهای اساسی

نیازهای اساسی در تعمیر و نگهداری سیستم عبارتند از : نظافت و تمیزی؛ کیپ و غیر قابل نفوذ بودن؛ روانکاری به موقع؛ و وجود وسایل ایمنی.

○ نظافت و تمیزی باید شامل کل سیستم تهویه مطبوع، اعم از داخل دستگاهها و محل نصب آنها باشد. تمیزی سیستم نشانه‌ای از توان مدیریتی مسئولین راهبری و نگهداری سیستم است. وجود کثافت و رسوب در دستگاهها روی میزان انتقال حرارت، جریان سیالات، و روغن تأثیر منفی گذاشته و موجب ناکارایی و خرابی زودهنگام اجزاء سیستم می‌شود.

○ کیپ و غیر قابل نفوذ بودن چیلر به جهت اجتناب از اتلاف روغن و مبرّد و جلوگیری از ورود آب، هوا و سایر مواد غیر قابل تقطیر به دستگاه، واجد اهمیت است. هوا و آب می‌توانند مشخصات شیمیایی مبرّد را تغییر داده و از این طریق موجبات خوردگی اجزاء دستگاه و کاهش بازده سیکل تبرید را فراهم کنند.

○ موتورها، دمپرها و غیره باید منظماً روانکاری شده و سیستم روغنکاری چیلر نیز باید همواره در وضعیت خوب نگهداشته شود. قصور در این کار سبب تخریب نابهنگام یاتاقانها شده و می‌تواند خسارات عمده‌ای را به سیستم وارد سازد.

○ تمامی وسایل ایمنی باید همواره سالم و فعّال نگهداشته شوند. این وسایل از بروز اشکالات کوچکی که می‌توانند سبب خسارات بزرگ شوند جلوگیری می‌کنند و بدین لحاظ هرگز نباید آنها را از سیستم در حال کار جدا کرد.

● تعمیر و نگهداری دستگاهها

در این مبحث اطلاعاتی در مورد دستگاههای مورد استفاده در سیستمهای تهویه مطبوع ارائه می‌شود که شامل توصیف اجمالی هر کدام و توصیه‌هایی دربارهٔ کار و نگهداری آنهاست. به دلیل تعدد مدلها و تفاوتهای هر نوع از این دستگاهها که توسط کارخانجات مختلف ساخته شده‌اند، این اطلاعات ممکن است همیشه کاربرد نداشته باشند. امّا چیزی که باید به یاد سپرده شود این است که همواره دستورالعمل کارخانهٔ سازنده بر هر توصیهٔ دیگری مقدّم است.

اطلاعات در اینجا شامل دو بخش است؛ اول آنچه به دستگاهها مربوط می‌شود و دوم موضوعات کلی که اختصاص به یک نوع دستگاه نداشته و جنبهٔ عام دارند.

شکل ۲-۱ : نمونهٔ جداول کار چیلر سانتریفوژ با کمپرسور

OPERATING LOG

HERMETIC CENTRIFUGAL REFRIGERATION MACHINE

PLANT ______ MACHINE SERIAL NO. ______ MACHINE SIZE ______

			No.																
		Time	1																
COOLER	GPM ______	Pressure	2																
		Shut-down Refrigerant Level	3																
	Water Temperature	IN	4																
		OUT	5																
CONDENSER	GPM ______	Pressure	6																
	Water Temperature	IN	7																
		OUT	8																
COMPRESSOR		Pressure Temperature	9																
	OIL	Level	10																
		Temperature	11																
		Pressure	12																
		Seal Drain Reservoir Level	13																
		Motor Amps or Vane Position	14																
DEHYDRATOR		Refrigerant Level	15																
		Condenser Pressure	16																
		Operator's Initials	17																
			18																
			19																

○ اطلاعات مربوط به دستگاهها، شامل :

چیلر جذبی (Absorption Machine) - هواشوی (Air Washer) - کمپرسورهای سانتریفوژ (Centrifugal Compressors) - کویلها (Coils) - تخلیه‌کننده‌های چگالیده (Condensate Drains) (آب حاصل از تقطیر رطوبت هوا) - کندانسورها (Condensers) - کنترلها (Controls) - سردکننده‌ها (Coolers) - برج خنک‌کن (Cooling Tower) - محرّکها (Drives) - صرفه‌گرها (Economizers) - فیلترها (Filters) - گرمکنها (Heaters) - پمپهای گرما (Heat Pumps) - رطوبت‌زنها (Humidifiers) و رطوبت‌گیرها (Dehumidifiers) - واحدهای پشت بامی (Rooftop Unints) - واحدهای تهویه مطبوع اتاقی (Room Air Conditioners) - واحدهای تهویه مطبوع خودکفا (Self-Contained Units).

○ موضوعات کلی، شامل :

حفاظت در برابر یخ‌زدگی - آزمایش نشت - شرایط آب

▣ چیلر جذبی

بعضی از چیلرهای جذبی، بویژه چیلرهای ۵ تا ۲۵ تن، از سیکل آمونیاک-آب استفاده می‌کنند که در آن آمونیاک نقش مبرّد را دارد و آب، مادهٔ جاذب است. امّا در اینجا بحث فقط به چیلرهای با ظرفیت ۱۰۰ تا ۱۶۰۰ تن (شکل ۳-۱) محدود می‌شود که از سیکل لیتیوم بروماید-آب استفاده می‌کنند (شکل ۴-۱). در این چیلر، آب نقش مبرّد را داشته و محلول لیتیوم بروماید، مادهٔ جاذب است.

اثر تبرید با برقراری خلاء در قسمت اواپراتور، ایجاد می‌شود. میزان این خلاء ۰/۲ تا ۰/۲۵ اینچ جیوه (فشار مطلق) است. در این فشار پایین، مادهٔ مبرّد (آب) در دمای ۳۵ تا ۴۰°F (۲ تا ۴°C) به جوش می‌آید. گرمای لازم برای جوشش آب مبرّد نیز از آبی که قرار است سرد شود، گرفته می‌شود.

جهت برقراری خلاء زیاد در اواپراتور به منظور تداوم سیکل تبرید، آب بخار شده در اواپراتور توسط محلول لیتیوم برومایدِ موجود در بخش جذب‌کنندهٔ چیلر، جذب می‌شود. چون اضافه شدن این آب، محلول لیتیوم برومایدِ را رقیق کرده و قدرت جذب آن را کاهش می‌دهد، محلول رقیق شده یا به عبارت دیگر محلول ضعیف با پمپ به ژنراتور ارسال می‌شود که در آنجا حرارت دیده آب آن دوباره به جوش آمده و تبخیر می‌شود. حرارت لازم در ژنراتور ممکن است توسط بخار (از یک دیگ بخار)، آب داغ و یا سوختن مستقیم گاز یا نفت و غیره حاصل شود. سپس محلول قوی لیتیوم برومایدِ (که آب آن در ژنراتور جدا شده است) به قسمت جذب‌کننده برمی‌گردد و بخار آب نیز به کندانسور می‌رود تا پس از تقطیر به اواپراتور برگردد.

مدارهای آب در هر دو بخش جذب‌کننده و کندانسور، گرمای تولید شده در سیکل را به بیرون انتقال می‌دهند.

● نشت‌ناپذیری

به دلیل خلاء زیاد موجود در بخش جذب‌کننده-اواپراتور، خیلی مهم است که دستگاه کاملاً نشت‌ناپذیر نگهداشته شود. حتی یک نشت کوچک موجب ورود هوا و سایر گازهای غیر قابل تقطیر به دستگاه شده سیکل تبرید آب-لیتیوم برومایدِ را مختل می‌کند. معمولاً با تجزیه و تحلیل موارد ثبت شده در جدول کار می‌توان به تأثیر سوء ورود گازهای غیر قابل تقطیر به دستگاه پی برد.

● واحدهای تخلیهٔ گاز (Purge Unites)

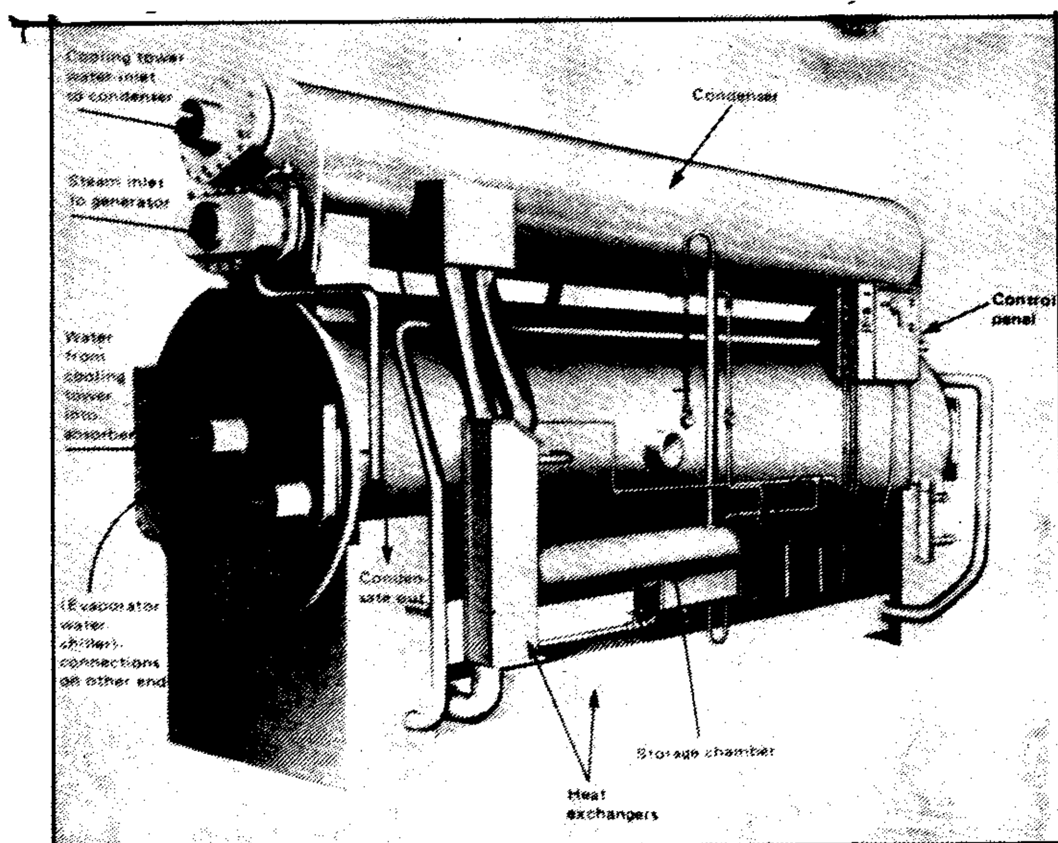
این واحدها برای تخلیهٔ هوا و سایر گازهای غیر قابل تقطیر از دستگاه تعبیه می‌شوند تا در صورت وجود نشت نیز (به شرطی که میزان آن بسیار کم باشد) چیلر بتواند به کار ادامه دهد. واحدهای تخلیهٔ گاز و

روشهای تخلیه بر حسب طرح چیلرها متفاوتند ولذا برای پی‌بردن به چگونگی کار و تعمیر آنها باید به دستورالعمل کارخانهٔ سازندٔ چیلر مراجعه نمود.

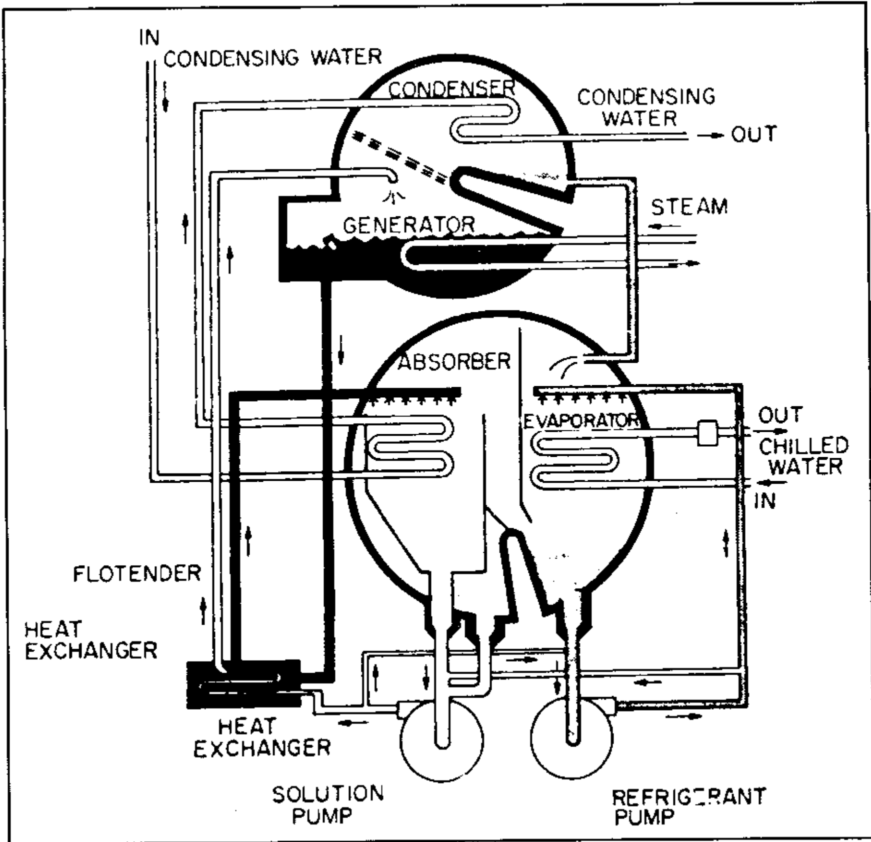
● پمپها

پمپها برای گردش دادن محلولهای مبرّد و لیتیوم بروماید در داخل چیلر به کار می‌روند. مدلهای اولیهٔ چیلر جذبی دارای پمپهای نوع باز (Open Type) بودند و برای جلوگیری از نشت گازهای غیر قابل تقطیر، آب و لیتیوم بروماید، از کاسه نمدهای مکانیکی استفاده می‌شد. این کاسه نمدها باید هر دو سال یکبار عوض شوند.

مدلهای اخیر چیلر جذبی دارای موتور پمپهای نوع بسته (Hermetic Type) می‌باشند. یاتاقانها، موتورها و سایر اجزاء داخلی باید تقریباً هر ۴ تا ۷ سال یکبار، بر حسب شرایط کار، بازرسی شوند.



شکل ۳-۱ : چیلر جذبی که در ژنراتورش از گرمای بخار استفاده می‌شود.



شکل ۴-۱ : سیکل تبرید جذبی

● شیرهای سرویس

دیافراگم شیرهای سرویس دستگاه باید هر ۲ یا ۳ سال تعویض شود.

● وسایل ایمنی

وسایل مختلف کنترل مثل قطع دما-پایین (Low-Temperature Cutouts) و فلوسوئیچهای آب سرد و آب خنک‌کنندهٔ کندانسور، باید هر شش ماه از نظر صحت کارکرد مورد بازرسی قرار گیرند.

● آزمایش نشت

در این آزمایش باید خلاء چیلر با گاز نیتروژن شکسته شده و داخل آن با استفاده از ترکیب مبرّد R-12 و نیتروژن تحت فشار قرار گیرد. در این مورد هرگز نباید از هوا استفاده شود. بررسی وجود یا عدم نشت نیز باید توسط یک دستگاه نشت‌یاب الکترونیک بسیار دقیق انجام گیرد. در این مورد ممکن است کارخانهٔ سازنده روش خاصی را توصیه کند که حتماً باید مراعات گردد.

● سایر موارد مربوط به نگهداری

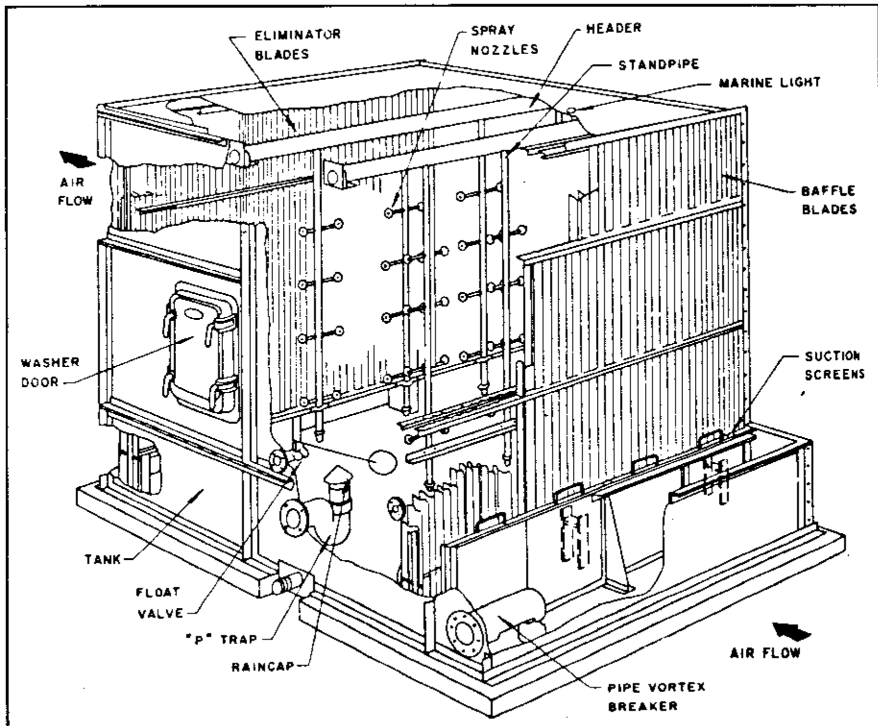
در تنظیم برنامهٔ "نگهداری پیشگیرانه" مربوط به سایر اجزاء دستگاه، باید به دستورالعمل کارخانهٔ سازنده کاملا" توجه نمود، که بر حسب طرح دستگاه ممکن است شامل این موارد باشد : اصلاح محلول لیتیوم بروماید؛ اضافه کردن اُکتایل الکل؛ اجرای آزمایش نشت حین کار؛ بازرسی سیستمهای آب‌بندی در پمپهای باز؛ روغنکاری موتورهای کنترل ظرفیت و اتصالات مربوطه؛ بازرسی و تمیز کردن سرهای افشانندهٔ محلول؛ تجزیه و تحلیل محلول لیتیوم بروماید در دوره‌های زمانی معین و غیره.

■ هواشوی (ایرواشر)

دستگاه هواشوی غبار، ذرات و سایر آلودگیها را از هوایی که به آن وارد می‌شود زدوده و هوای تمیز را بیرون می‌دهد. هوا توسط بادزن دستگاه به داخل مکیده شده و با عبور از دیفیوزر به قسمت آبفشان می‌رسد که در آنجا ذرات معلق و آلودگیها توسط بارانی از پودر آب شسته شده و هوای تمیز به سمت محل مورد تهویه می‌وزد. آبی که برای شستشوی هوا به کار می‌رود باید قبل از گردش مجدد در دستگاه هواشوی تمیز شود. برای این کار آب از یک صافی عبور کرده و اجرام و ذرات از آن گرفته می‌شوند (شکل ۵-۱).

در هوای خیلی سرد که امکان یخ زدن آب پاششی وجود دارد، برای جلوگیری از این امر از یک کویل گرمکن آب استفاده می‌شود.

دستگاه هواشوی مضاف بر زدودن گردوغبار و آلودگیها از هوا، سه کار مهم دیگر را نیز انجام می‌دهد: رطوبت‌زنی، رطوبت‌گیری و خنک کردن هوا به روش تبخیری. از اینرو در هوای گرم و خشک به عنوان یک



شکل ۵-۱ : *ساختمان هواشوی (ایرواشر)*

دستگاه خنک‌کنندهٔ توانا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نگهداری دستگاه هواشوی باید شامل موارد زیر باشد:

● نظافت و تمیزکاری:

لازم است قسمتها و اجزاء زیر در فواصل زمانی معین، مرتباً از اجرام و کثافات پاک شوند:

○ **تیغه‌های دمپر و میله‌های رابط آنها** (در صورتی که دستگاه دمپر داشته باشد) - در این مورد باید زنگ را نیز از روی تیغه‌ها زدود.

○ **بادزن و موتور بادزن**

○ **کل قسمت آبفشان شامل لوله‌های اصلی** (Headers)، **لوله‌های قائم** (Standpipes) **و نازلها (سرهای آبفشان** Spray Nozzles) - هر گونه گرفتگی نازلها می‌تواند روی فشار، مقدار و کیفیت بارش آب تأثیر منفی بگذارد.

○ **تشت زیرین دستگاه** (که آب پس از شستن هوا در آن جمع می‌شود) **و شناور فلوسوئیچ**

○ **تیغه‌های قطره‌گیر** (Eliminator Blades)

○ **صافی** (Strainer) - اگر صافی از نوع خود پاک‌شو (Self-cleaning) نیست، باید هر هفته تمیز شود.

○ **واشر لاستیکی و کلیهٔ درزبندها**

○ **سینی تجمع لجن** (Sludge collection Pan)

● بادزن

زوایای تیغه‌ها و فواصل آنها باید منظماً بازرسی و در صورت لزوم تنظیم شوند. در فواصل زمانی معین باید موتور بادزن طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده پیاده شده و مورد بازرسی قرار گیرد.

● روانکاری

لازم است یاتاقانهای بادزن هر ۴ ماه بازرسی و گریسکاری شوند (با گریس مقاوم در برابر آب).

یاتاقانهای محور اصلیِ صافی خودکار (در صورت وجود این نوع صافی در هواشوی) باید بازرسی شوند. اگر یاتاقانها مداوماً زیر آب کار می‌کنند، باید سالی یک بار روانکاری شوند و چنانچه بیرون از آب کار می‌کنند فواصل روانکاری هر ۳ ماه یک بار است.

▣ کمپرسورهای سانتریفوژ

کمپرسورهای سانتریفوژ (گریز از مرکزی) (شکل ۶-۱) در سیستمهای بزرگ تبرید مورد استفاده قرار می‌گیرند و ظرفیت هر یک از آنها از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰ تن تبرید است. بر حسب نوع و ظرفیت کمپرسور، مبرّدهای مورد استفاده در چیلر، R-11، R-22، R-113، R-114 و R-500 بوده‌اند. البته در سالهای اخیر به دنبال آشکار شدن اثر مخرّب CFCها بر لایهٔ ازن جو زمین و ممنوعیت استفاده از آنها، مبرّدهای بی‌زیان برای لایهٔ ازن به تدریج جانشین R-11، R-12 و R-22 می‌شوند که از جملهٔ آنها می‌توان به R-134a اشاره کرد.

کمپرسورهای سانتریفوژ از یک یا تعدادی پرّه تشکیل می‌شوند که روی محوری که با سرعت در یک محفظه می‌چرخد، سوار شده‌اند. مبرّد که به چشم پرّه (Eye of Impeller) وارد شده است با نیروی گریز از مرکز در سرعتی زیاد، به نوک پرّه رانده می‌شود. از اینجا گاز مبرّد به یک دیفیوزر وارد شده و فشار سرعتی آن به فشار استاتیک تبدیل می‌شود. سپس به کندانسور ارسال می‌شود تا تقطیر شده و به قسمت سردکنندهٔ چیلر باز گردد (شکل ۷-۱).

● روانکاری

در کمپرسورهای سانتریفوژ، طبق دستورالعمل کارخانجات سازنده، فقط باید از روغن با درجهٔ بالا (روغن سنگین) استفاده کرد. سطح روغن باید در تمام قسمتهای سیستم روغنکاری مورد بررسی قرار گیرد تا حد صحیح آن همیشه برقرار باشد.

سطح روغن باید به عنوان مرجع روی شیشهٔ رؤیت (سایت گلاس: Sight Glass) علامتگذاری شود و لازم است که حین کار و هنگام خاموشی سیستم مورد بازبینی قرار گیرد.

سایر کارهایی که باید انجام گیرند بدین قرارند :

○ بازبینی منظم فشار و دمای روغن هنگام کار دستگاه و عنداللزوم تنظیم آنها تا جایی که با دستورالعمل کارخانهٔ سازنده مطابقت کنند.

○ بازبینی دما و فشار روغن هنگام خاموشی دستگاه هر ۶ ماه یکبار؛

○ برقرار کردن دمای مخزن روغن طبق توصیهٔ کارخانهٔ سازندهٔ کمپرسور هنگام خاموشی دستگاه، جهت به حداقل رساندن جذب مبرّد توسط روغن. راه‌اندازی دستگاه با روغنی که مبرّد زیادی در خود جذب کرده سبب کف کردن بیش از حد و اتلاف روغن شده و ممکن است به یاتاقانها صدمه بزند.

○ تعویض روغن در صورتی که هنگام کار دستگاه، به هر دلیل کثیف شده باشد هنگام تعویض روغن باید دقت کرد که هوا به دستگاه وارد نشود.

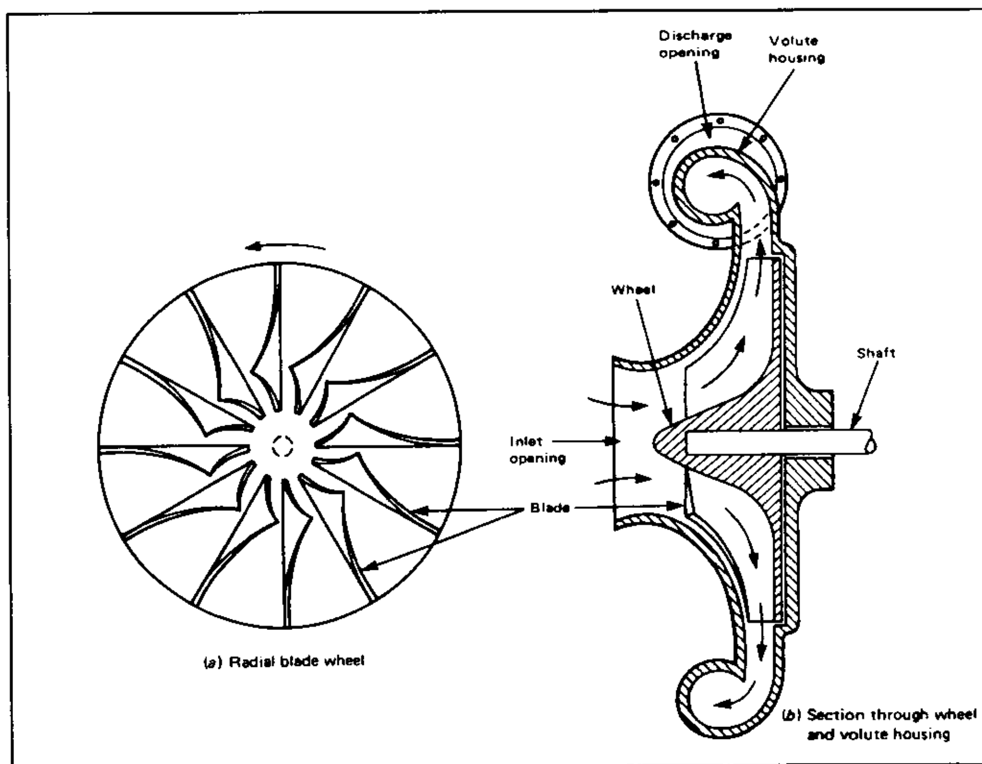
● یاتاقانها

نگهداری یاتاقانها اساساً شامل تمیز نگهداشتن روغن در سیستم روغنکاری است. کارهایی که در خصوص نگهداری یاتاقانها باید انجام گیرند بدین قرارند :

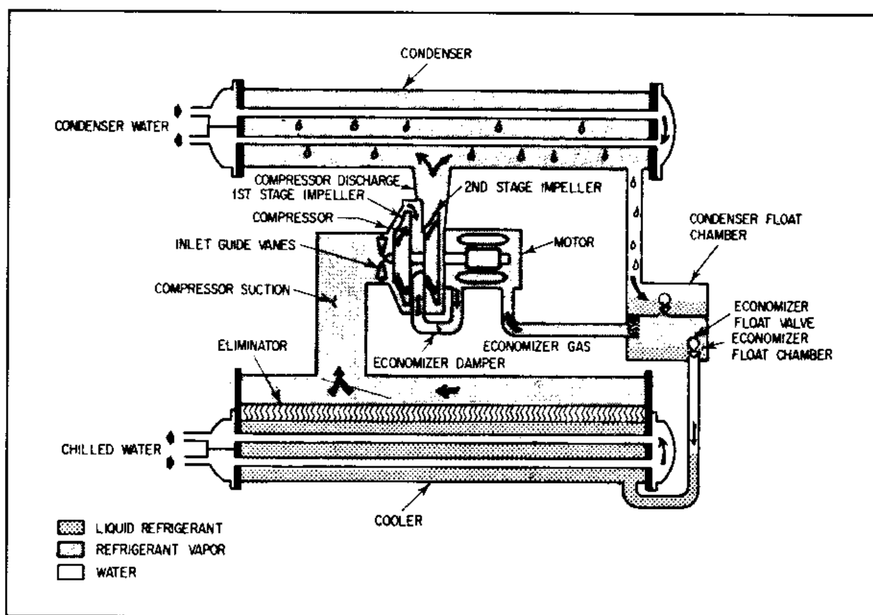
- تعویض فیلترهای روغن حداقل سالی یک بار؛
- بازرسی سیستم خنک‌کنندهٔ روغن و کیفیت ارسال روغن به یاتاقانها، در صورتی که دمای یاتاقان از حد طبیعی بالاتر رود؛
- بازرسی همه سالهٔ یاتاقانها و عنداللزوم تعویض آنها

● گرمکن روغن

گرمکن روغن باید در مدّت خاموشی دستگاه، روشن باشد. در این خصوص باید به دستورالعمل کارخانهٔ سازنده مراجعه نمود.



شکل ۶-۱ جزئیات کمپرسور سانتریفوژ



شکل ۷-۱ : سیکل تبرید سانتریفوژ (گریزازمرکزی)

● وسایل ایمنی

کنترل‌کننده‌های ایمنی باید تقریباً هر ۶ ماه یک بار بازرسی شوند. این امر شامل کنترل قطع دما-پایین آب سرد و مبرّد، کنترل قطع فشار-بالای کندانسور، کنترل قطع فشار-پایین روغن، و فلوسوئیچهای آب سرد و آب کندانسور است.

● آزمایش نشت

تمام اتصالات کمپرسور باید منظماً از نظر نشت مبرّد بازرسی شوند. واحد تخلیهٔ گاز نیز باید از جهت نشت هوا و آب معاینه شود.

● واحد تخلیهٔ گاز (Purge Unit)

کیفیت کار واحد تخلیهٔ گاز و کنترلهای آن باید مرتباً بازبینی شود. تمام قسمتهای واحد تخلیهٔ گاز باید به طور منظم از نظر خوردگی و فرسودگی معاینه شده و در صورت لزوم تعویض شوند.

در صورتی که واحد تخلیهٔ گاز متناوباً هوا بیرون دهد، بدین معنی است که هوا از جایی وارد دستگاه می‌شود، و چنانچه مداوماً آب بیرون دهد نشانهٔ این است که آب به دستگاه نشت می‌کند. در این صورت باید محل یا منبع ورود هوا یا آب هر چه زودتر شناسایی شده و قبل از اینکه به دستگاه خسارت عمده‌ای وارد شود، نسبت به رفع عیب اقدام شود. شیشهٔ رؤیت (سایت گلاس) واحد تخلیهٔ گاز باید همیشه تمیز بوده و

سطح آب منظماً مورد بازبینی قرار گیرد.

● مبرّد

هر دو سال یک بار باید از مبرّد نمونه‌گیری شده و در یک آزمایشگاه مجهز مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. چنانچه مبرّد آلوده شده باشد باید از کارخانهٔ سازندهٔ کمپرسور یا مبرّد کسب تکلیف شود.

● خاموشی طولانی دستگاه

اگر گرمکن روغن درست کار کند، جذب مبرّد توسط روغن را می‌توان به حداقل رساند. اگر دستگاه در محلی با آب و هوای خیلی سرد نصب شده است، باید آب سیستم خنک‌کنندهٔ روغن را خالی کرد. البته خالی کردن روغن نیز ممکن است مطلوب باشد. امّا در صورتی که روغن دستگاه تخلیه نشود، گرمکن روغن را نباید خاموش کرد.

▣ کویلها

● نگهداری

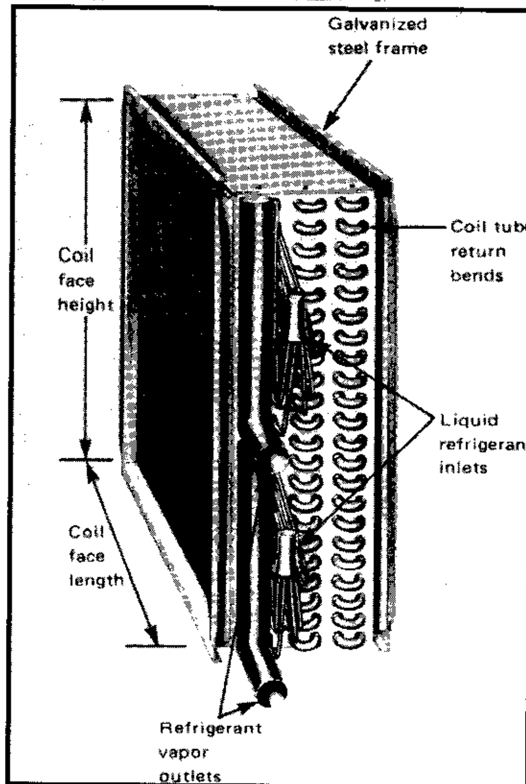
کویلهای سرمایی و کویلهای گرمایی از لولهٔ ساده یا پرده‌دار (فین‌دار) ساخته می‌شوند. در هر دو مورد کویلها محتاج نگهداری بوده و باید بدون منفذ و تمیز باشند.

● نداشتن منفذ

در صورتی که برای سرمایش مستقیم، درون کویلها مبرّد جریان داشته باشد (شکل ۸-۱)، باید تمام اتصالات لوله‌ها و خمها از نظر نداشتن منفذ و نشت، در هر فصل مورد بازرسی قرار گرفته و هر گونه نشتی بلافاصله ترمیم شود.

● جلوگیری از یخ‌زدگی

○ **کویلهایی که در آنها آب جریان دارد (شکل ۹-۱) لازم است به طور منظم هر چند وقت** مورد بازبینی

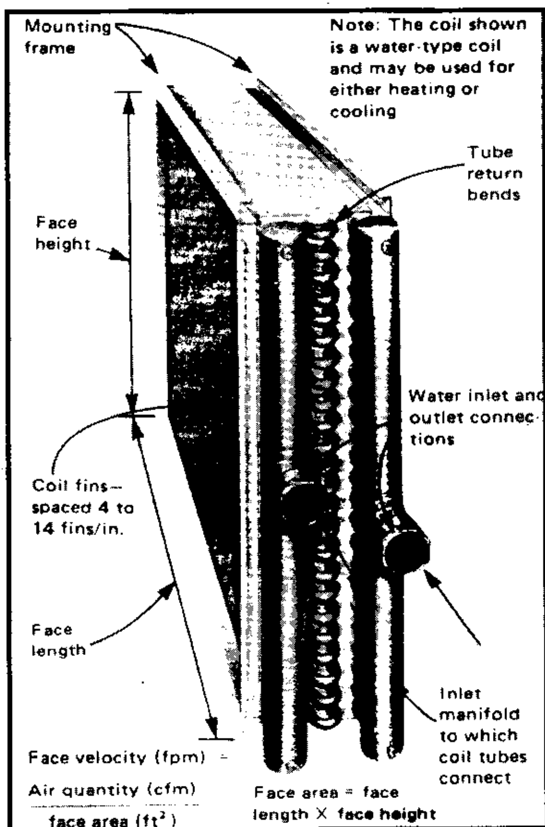


شکل ۸-۱: *کویل انبساط مستقیم* (DX: Direct Expansion)

قرار گیرند که نشت نداشته باشند.

○ باید از یخ زدن آب درون کویلها در فصل سرد جلوگیری شود. عمل حفاظتی مثبتی که در مورد کویلهای آبِ در معرض جریان هوا می‌توان انجام داد، تخلیهٔ کامل آب از کویلها یا استفاده از محلول ضد یخ است. وابستگی به پیش‌گرمکن برای افزایش دمای جریان هوا به بالاتر از نقطهٔ انجماد، اطمینان بخش نیست. عوامل زیادی موجب دشواری تخلیهٔ آب درون کویلها می‌شوند؛ کویلها با لوله‌های قطور بازدهی بالایی ندارند و لوله‌های با قطر کوچک نیز در صورتی که تراز باشند کاملاً تخلیه نمی‌شوند. کویلها را نمی‌توان طوری طراحی کرد که تمامی لوله‌هایشان به سمت نقطهٔ معین شیب داشته باشند.

آب را فقط با دمیدن هوای کافی می‌توان به طور کامل از کویل تخلیه کرد؛ ۱۵۰cfm هوا در فشار $\frac{۱}{۲}$ آتمسفر، آب را به نحو رضایت‌بخشی از سه کویل به طول ۱۰ فوت (حدود ۳ متر) تخلیه می‌کند، البته در صورتی که قطر دهانهٔ اتصال دمندهٔ هوا به همان اندازهٔ لولهٔ رسانندهٔ آب به کویلها بوده و دَمش هوا حداقل نیم



شکل ۹-۱ : کویل سرمایی با جریان آب سرد

ساعت ادامه داشته باشد.

ضد یخ استانداردی که طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده به آب اضافه می‌شود را می‌توان پس از تخلیهٔ کویل در ظرف مخصوصی با رعایت اصول ایمنی، برای کویل دیگر یا فصل سرد دیگر ذخیره کرد. این کار را می‌توان تا وقتی که ضد یخ بیش از حد رقیق نشده باشد، ادامه داد. معمولاً برای این مورد از *اتیلن گلایکول* به عنوان ضد یخ استفاده می‌شود.

● نظافت و تمیزکاری

روشهای تمیز کردن کویلها بر حسب شرایط و نیاز، متفاوتند. سطح کویلهایی که در معرض جریان هوا قرار دارند و عمدتاً انواع کرک و الیاف مختلف روی آنها می‌نشینند، اغلب باید با استفاده از جاروی برقی از سمت ورودی کویلها تمیز شود. برنامهٔ زمانی این تمیزکاری نیز ممکن است توسط هر یک از ساکنین ساختمان یا افراد نگهدار سیستم بر حسب میزان آلودگی هوای محل تنظیم شود، که مثلاً می‌تواند هفتگی باشد.

○ در بعضی موارد کویلهای چند ردیفه را نمی‌شود با برس زدن، مکش یا دَمش هوا کاملاً تمیز کرد و باید از تمیزکننده‌های شیمیایی استفاده نمود.

○ در خیلی از جاها سطوح کویلهایی که آب روی آنها بخار می‌شود، با لایه‌هایی از مواد شیمیایی موجود در آب پوشیده می‌شوند. بویژه کویلهای کندانسور تبخیری در معرض این مشکل هستند.
کندن این رسوبات بسیار دشوار بوده و فقط با بیرون آوردن کویل از جایگاهش و قرار دادن آن در وانی پُر از یک مادهٔ شیمیایی مناسب، امکان‌پذیر است. در کندانسور تبخیری استفادهٔ مداوم از مقدار کمی مادهٔ شیمیایی مناسب جهت جلوگیری از چسبیدن مواد شیمیایی موجود در آب و تشکیل لایه‌های رسوبی، توصیه می‌شود.

○ جدارهٔ داخلی کویلهایی که در آنها مبرّد جاری است نیازی به تمیزکاری ندارد، مگر اینکه در معرض شرایط غیر طبیعی قرار داشته باشند.

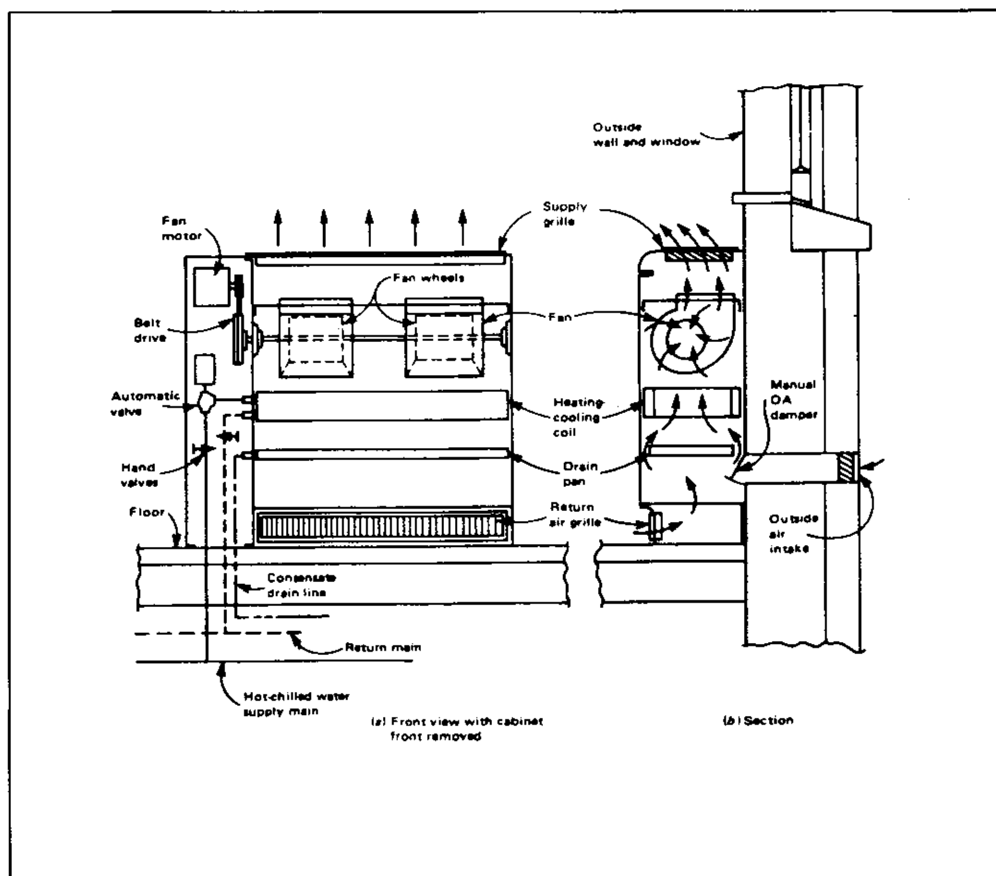
○ در سیستمهای بسته، جدارهٔ داخلی کویلهایی که در آنها آب سرد جاری است نیازی به تمیزکاری ندارد، مشروط بر آنکه از یک مادهٔ مناسب تصفیهٔ آب استفاده شده باشد.

○ تمیزکاری و پاکسازی جدارهٔ داخلی هر سیستم لوله‌کشی یا کویل را می‌توان با استفاده از یک مادهٔ شیمیایی مناسب انجام داد. امّا اینگونه تمیزکاری تمام منافذ و نشتیهای پنهان را آشکار می‌کند و لذا هنگام تصمیم‌گیری و گزینش روش تمیزکاری باید این موضوع را مدّ نظر داشت.

■ تخلیه‌کننده‌های چگالیده

اگر تخلیه‌کننده‌های چگالیده (آب حاصل از تقطیر رطوبت هوا) درست طراحی و نگهداری نشوند، ممکن است چگالیده به ساختمان صدمه بزنند.

لوله‌های حامل چگالیده، آب حاصل از تقطیر رطوبت هوا روی کویلهای سرمایی را تخلیه می‌کنند. بعضی سیستمها به دو خط تخلیهٔ اولیه و ثانویه مجهزند که لولهٔ ثانویه از نقطه‌ای بلند روی سینی چگالیدهٔ (به آن سینی آبچکه نیز گفته می‌شود :Drain Pan) اولیه یا از سینی چگالیدهٔ ثانویه واقع در زیر واحد فن‌کویل لوله‌کشی می‌شود (شکل ۱۰-۱). هر گونه جریان آبی از خط ثانویه حاکی از گرفتگی خط چگالیدهٔ اولیه یا سرریز آب از سینی چگالیدهٔ اولیه است.



شکل ۱۰-۱ : جزئیات لوله‌کشی خط تخلیه‌کنندهٔ چگالیدهٔ یک واحد فن‌کویل

○ خطوط تخلیهٔ چگالیده به یک سیفون (Trap) مجهزند که از راهیابی جریان هوای خط تخلیه به فضایی که واحد تهویه مطبوع در آن نصب شده است جلوگیری می‌کند؛ یعنی همان وظیفه‌ای که سیفون در سیستم فاضلاب دارد. عمق آب‌بند این سیفون باید از فشار مثبت یا منفی (بر حسب ارتفاع ستون آب) در نقطهٔ اتصال آن به واحد تهویه مطبوع بیشتر باشد. یک سیفون تحت فشار مثبت از اتلاف هوای مطبوع فضای مورد تهویه جلوگیری می‌کند. در حالی که سیفون تحت فشار منفی وظیفهٔ مهم‌تری به عهده دارد. جریان یافتن هوا از خط تخلیه به واحد تهویه مطبوع تحت فشار منفی می‌تواند مانع ورود چگالیده به خط تخلیه گردیده موجب سرریزش آب از سینی چگالیده شود.

○ اگر سیفون خشک باشد (در زمان راه‌اندازی سیستم یا بعد از خاموشی طولانی آن)، سیفون را باید با اضافه کردن آب به طور دستی یا به نحو دیگر پُر کرد.

○ همچون سیستم فاضلاب، در اینجا نیز جهت جلوگیری از مکش و تخلیهٔ آب‌بند سیفون باید لولهٔ قائم آبریز، در بالاترین نقطه با هوای آزاد مرتبط گردد تا از ایجاد خلاء و مکش در این لوله ممانعت شود.

○ خطوط تخلیهٔ چگالیده (خط تخلیهٔ ثانویه در صورت وجود) باید منظماً تحت بازبینی و مراقبت قرار گیرند که اشکالی در آنها ایجاد نشده باشد.

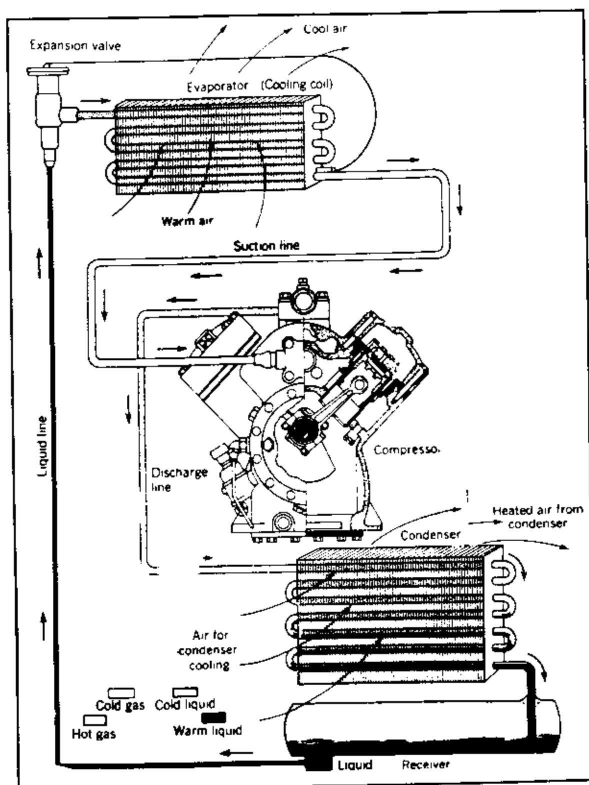
■ کندانسورها

□ کندانسور هوایی (هوا-خنک) (Air-Cooled Condenser)

هوای جریانی از روی لوله‌های پره‌دار (فین‌دار) یک کندانسور هوایی، گرما را از سیستم تبرید دفع می‌کند (شکل ۱۱-۱). کندانسورها ممکن است با جریان طبیعی یا جریان اجباری هوا خنک شوند. جریان هوا در کندانسورهای هوایی ممکن است کششی (Draw-Through) یا وزشی (Blow-Through) باشد که برای این منظور از بادزنهای پره‌ای یا سانتریفوژ استفاده می‌شود.

در صورت استفاده از چند بادزن، می‌توان جهت تأمین بار لازم، کار بادزنها را طبق نیاز کنترل کرد. تغییر سرعت موتور بادزن نیز روش خوبی است، به شرطی که طرح موتور امکان این را بدهد.

کار نگهداری باید شامل موارد زیر باشد :



شکل ۱۱-۱ : سیستم تهویه مطبوع با کندانسور هوایی

● بازرسی

○ کندانسور هر چند وقت یکبار منظماً بازرسی شود. اینکه فواصل زمانی بازرسیها چقدر باشد، به چگونگی استفاده و محل نصب کندانسور بستگی دارد.

○ کویل کندانسور از نظر صدمات فیزیکی و سهولت جریان هوا از روی آن، بازرسی شود.

○ بادزن از نظر سالم و میزان بودن تسمهٔ محرّک (در صورتی که محرّک آن تسمه‌ای باشد) و رواداریهای مجاز بازرسی شود.

○ موتور و کنترلهای مربوطه از نظر صحت سیمها و اتصالات و نیز عدم خرابی عایقها بازرسی شده و با استفاده از آمپرتر (Ammeter) و اهم‌متر (Ohmmeter)، مدارهای الکتریکی مورد بررسی قرار گیرند.

○ لرزه‌گیرها و پایه‌های موتور در فواصل زمانی معین مورد بازبینی قرار گیرند.

○ یاتاقانهای بادزن با گوش دادن به صدای چرخش آن و یا چرخاندن پره با دست (هنگام خاموشی بادزن) از نظر صحت مورد بررسی قرار گیرند.

● نظافت و تمیزکاری

○ کندانسور باید در شروع هر فصل کار (آغاز فصل گرم) و نیز در فواصل زمانی معین در طول فصل، تمیزکاری شود. طول این فواصل زمانی بستگی به نحوهٔ استفاده و شرایط محل نصب دارد.

آلودگیهای مربوط به هوا و گردو غبار باید از روی شبکهٔ ورودی هوا، سطح کویل و بادزن، با استفاده از برس، جارو برقی یا پاشش آب کم فشار، زدوده شوند. می‌توان از هوای پر فشار نیز برای این منظور استفاده کرد. البته سابقاً گاز مبرّد در شستشو و تمیزکاری کندانسور به کار می‌رفت که اخیراً با توجه به موضوع تزایل لایهٔ ازن و پیمانهای جهانی، این کار توصیه نمی‌شود.

○ تمیزکاری کویلهای خشک و غیر چرب بهتر است با وزش هوای پر فشار به سمت خروجی و مکش هوا از سمت ورودی کویل صورت گیرد. در جایی که روی کویل با لایه‌ای از روغن یا گریس چرب شده باشد، می‌توان از محلول ضعیفِ یک مادهٔ پاک‌کنندهٔ حل شده در آب داغ برای تمیز کردن کویل استفاده کرد.

○ سطح موتور باید از هر گونه آلودگی پاک شده و سوراخهای هواگیری با وزش هوای پر فشار یا با مکش هوا، تمیز شوند. اگر برای تمیز کردن کویل از آب استفاده می‌شود، باید دقت نمود که به سوراخهای هواگیری پاشیده نشود. برای تمیزکاری موتورهای باز (open-type) نباید از آب استفاده کرد.

○ کثافات و آلودگیها باید از سینی زیر کندانسور زدوده شده و سوراخهای تخلیهٔ آن کاملاً تمیز شوند.

● روغنکاری

روغنکاری باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده انجام گیرد.

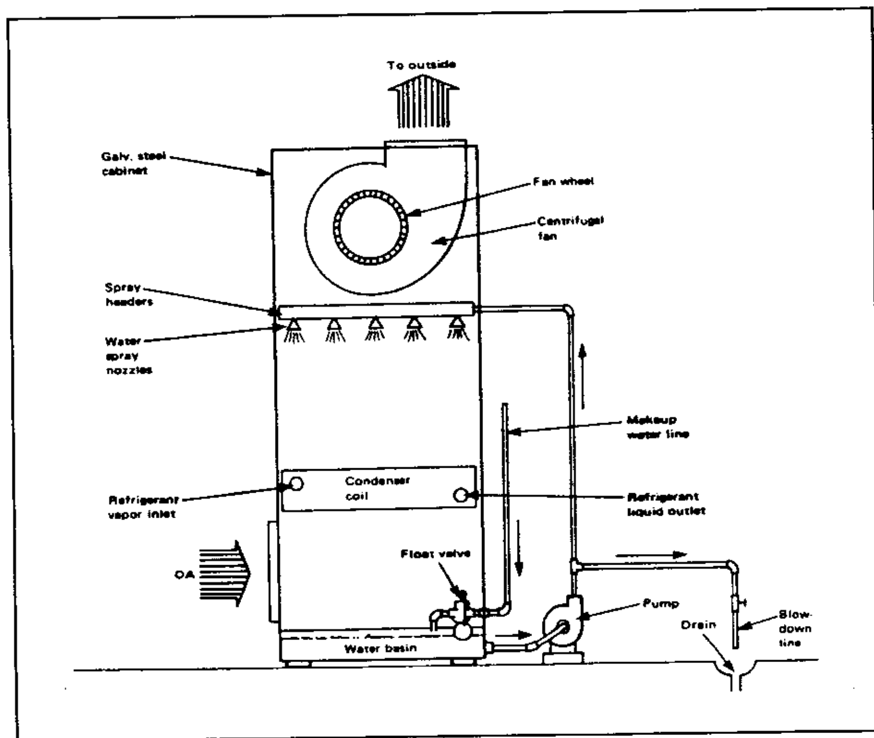
□ کندانسور تبخیری (Evaporative Condenser)

در یک کندانسور تبخیری، گرما از کویل توسط آب در حال تبخیر جذب می‌شود. آب از تشت (Basin) زیر دستگاه پمپ شده و از طریق یک سری افشانک (Nozzle)، روی کویل پاشیده می‌شود. در همین زمان هوا نیز از پایین دستگاه وارد شده و به سمت بالا جریان می‌یابد و در این مسیر با کویل و آب پاشیده شده برخورد کرده و آن را خنک می‌کند و نهایتاً پس از گذر از قطره‌گیرها (Eliminators) به بادزن رسیده و از آنجا به بیرون رانده می‌شود (شکل ۱۲-۱).

روش نگهداری زیر می‌تواند هزینهٔ تعمیرات کندانسور تبخیری را کاهش داده و بازده آن را افزایش دهد :

● نظافت و تمیزکاری

دستگاه را باید هنگام خاموشی سیستم نظافت کرد. سیستمهایی که در تمام طول سال کار می‌کنند باید حداقل سالی یک بار تمیز شوند. آلودگیهایی که منشأ آنها هوای جریانی در دستگاه است، باید توسط آب یا



شکل ۱۲-۱ : کندانسور تبخیری

بخار پر فشار از سطح کویلها شسته شوند (شکل ۱۳-۱).

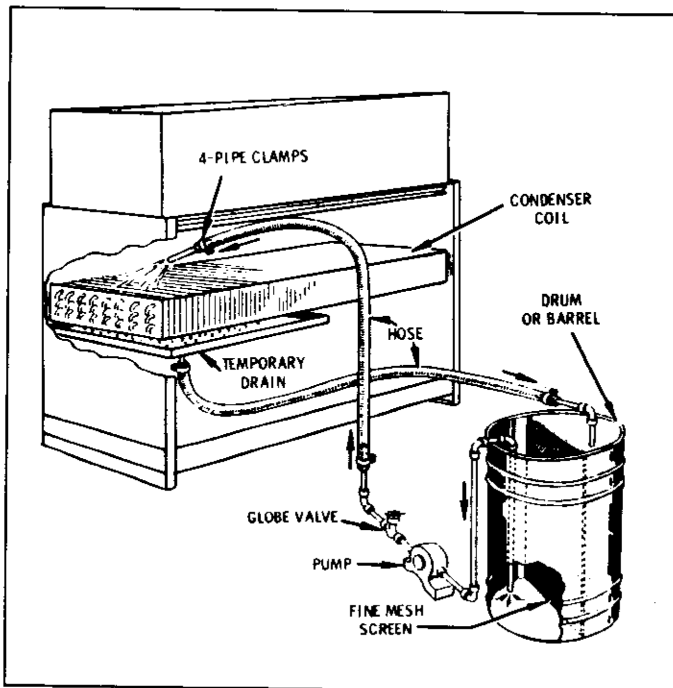
* *احتیاط : چنانچه از بخار برای شستشوی کویل استفاده می‌شود، اول باید کویل تخلیه گردد.*

سپس باید کثافات را توسط یک برس نایلونی از سطح بیرونی کویل پاک کرد. داخل کویل نیز با استفاده از برس لوله پاک‌کن و آب پر فشار تمیز می‌شود.

○ اگر میزان رسوبات روی کویل کم باشد، نیازی به آب پر فشار نیست و می‌توان با دست یا محلول اسید رقیق به روش نشان داده شده در شکل ۱۴-۱ کویل را تمیز کرد.

○ کندانسورهای تبخیری بویژه در معرض رسوب مواد شیمیایی موجود در آب مصرفی هستند. لذا باید برای تصفیهٔ این آب به منظور محافظت کویل از رسوب، بر حسب امکان چاره‌ای اندیشید. کویل را باید منظماً جهت کشف علائم رسوب مورد بازبینی قرار داد. اگر کویل دارای رسوب کربناتی باشد باید تمیز کردن کویل را به شرکت معتبری که در این مورد تخصص دارد واگذار نمود.

○ سطح کویل باید منظماً جهت کشف هر گونه علائم زنگ‌زدگی بازبینی شده و تمام نقاطی که در آنها زنگ‌زدگی مشاهده می‌شود با یک برس سیمی تمیز و سپس با یک رنگ ضد زنگ، رنگ شوند.



شکل ۱۳-۱ : تمیز کردن کویل کندانسور تبخیری با آب پر فشار

○ شبکه یا کرکرهٔ دهانهٔ ورود هوا، تشت آبگیر دستگاه و صافی پمپ باید در فواصل زمانی معین مورد بازبینی و عنداللزوم نظافت قرار گیرند.

● قسمت بادزن

در مورد بادزن کندانسور تبخیری باید این کارها انجام گیرند :

○ جریان برق ورودی به موتور بادزن در فواصل زمانی معین بررسی شود.

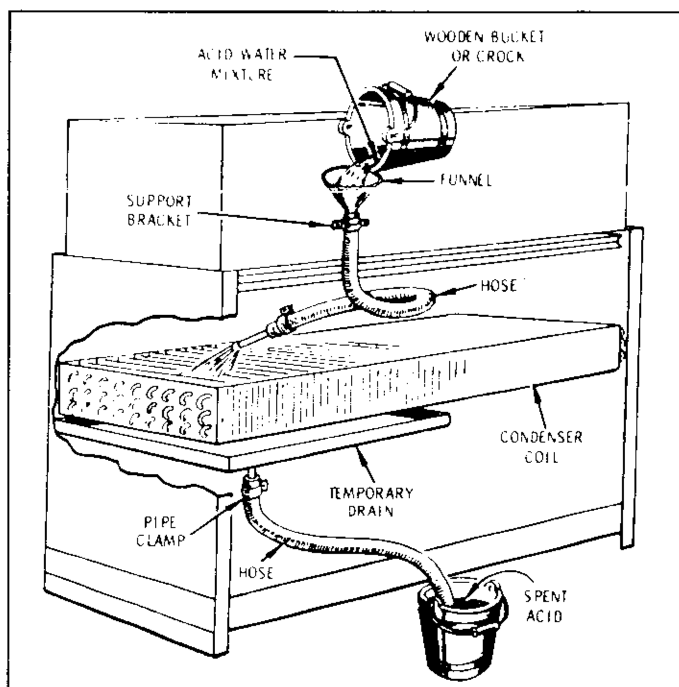
○ تسمهٔ محرّک بادزن حداقل سالی دو بار بازبینی شود.

○ یاتاقانها و محور بادزن بازبینی شود.

● روانکاری

○ اگر موتور پمپ دارای وصاله‌ها یا درپوشهای گریسخور است، یاتاقانها باید حداقل سالی دو بار بازبینی و عنداللزوم گریسکاری شوند.

○ یاتاقانهای بادزن حداقل سالی دو بار روغنکاری شوند.



شکل ۱۴-۱ : تمیز کردن کویل کندانسور تبخیری با جریان ثقلی آب به صورت دستی

● اتصالات لوله کشی مبرّد

○ اتصالات لوله‌هایی که مبرّد در آنها جریان دارد و لوله‌های کندانسور باید منظماً بازبینی شده و در صورت مشاهدهٔ هر گونه نشتی، بلافاصله به ترمیم آن اقدام شود.

● جلوگیری از یخ‌زدگی

○ کندانسورهای تبخیری نباید در هوای زیر صفر درجهٔ سانتی‌گراد با کویل مرطوب عمل کنند. اگر دستگاه در معرض دماهای زیر صفر است، باید جهت جلوگیری از آسیب دیدن پمپ، تشت آبگیر، لوله کشی آب در گردش و لوله کشی تأمین آب (Supply Water Piping) دستگاه، احتیاطهای لازم به عمل آیند.

○ وقتی دستگاه خاموش است، تمام آب پمپ باید تخلیه شود.

○ لولهٔ تأمین آب (یعنی لوله‌ای که آب شهر را به دستگاه می‌رساند) باید در نقطه‌ای مسدود شود که در معرض یخ‌زدگی نباشد و تخلیهٔ لولهٔ تأمین آب و کویل باید از جایی دورتر از این نقطه انجام گیرد.

○ برای اطمینان از اینکه حفاظت به طور کامل انجام گرفته است، باید لوله‌های آب و کویل با هوای پر فشار کاملا" تخلیه شده یا مادهٔ ضد یخ به آنها اضافه شود.

□ کندانسور آبی (آب-خنک) (Water-cooled Condenser)

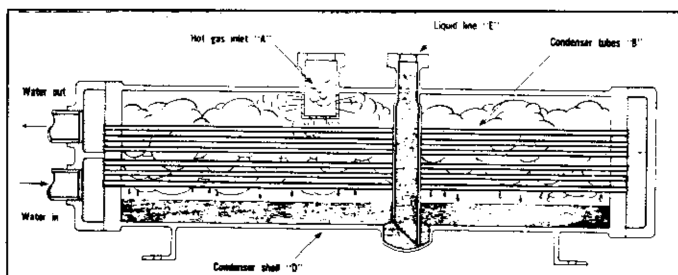
نگهداری صحیح این دستگاه (شکل ۱۵-۱) می‌تواند هزینه‌های تعمیرات را کاهش و بازده آن را افزایش دهد. ورود هوا یا کثافات به دستگاه و رسوب بستن لوله‌ها معمولاً سبب افزایش فشار یا دمای تقطیر می‌شود.

● نظافت و تمیزکاری

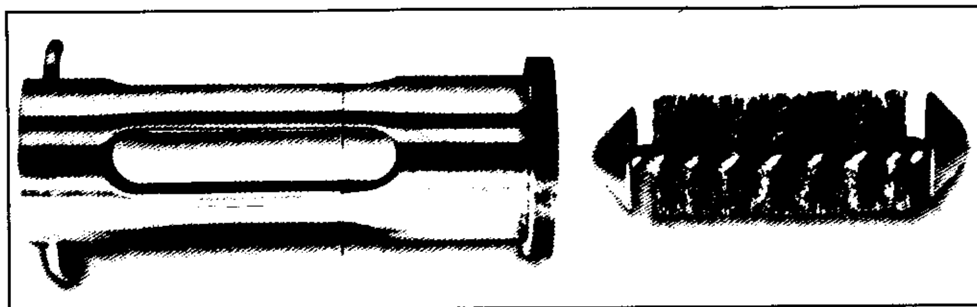
○ نظافت لوله‌های کندانسورهایی که به طور فصلی (نه در تمام طول سال) مورد استفاده قرار می‌گیرند، مثل کندانسور سیستم تهویه مطبوع، باید هنگام خاموشی دستگاه انجام گرفته و برای فصل کار آماده شوند.

○ کندانسور سیستمهایی که در تمام طول سال کار می‌کنند باید حداقل سالی یک بار نظافت شود. البته ممکن است شرایط محلی فواصل زمانی کوتاه‌تری را برای نظافت ایجاب نماید، امّا تحت هیچ شرایطی این فاصلهٔ زمانی نباید از یک سال تجاوز کند.

○ نظافت لوله‌های مستقیم (Straight tubes) را می‌توان به صورت فیزیکی یا شیمیایی انجام داد. ساده‌ترین روش، استفاده از لوله پاک‌کن (سنبه) با یک برس مناسب و بعد شستشو با آب پر فشار است. در این شیوه باید از برسی استفاده کرد که برای زدودن رسوب داخل لوله به اندازهٔ کافی قطور و زبر باشد، امّا نه آنقدر سخت که به خود لوله آسیب وارد سازد. برای محافظت در برابر خوردگی، قاعدهٔ کلی این است که سطح لوله‌ها با یک مادهٔ بسیار مقاوم در برابر خوردگی پوشش داده شود. حال زدودن این پوشش از سطح لوله موجب شروع فرایند خوردگی می‌گردد که تا زمانی که برای پوشاندن مجدّد سطح لوله با مادهٔ ضد خوردگی اقدام نشود، این فرایند ادامه خواهد داشت. بنابراین انتخاب برس مناسب بسیار حائز اهمیت است. استفاده از برسی که تارهای فلزی دارد یا سایر وسایلی که می‌توانند سطح لوله را زخمی کنند، برای لوله‌های غیر فلزی مجاز نیست.



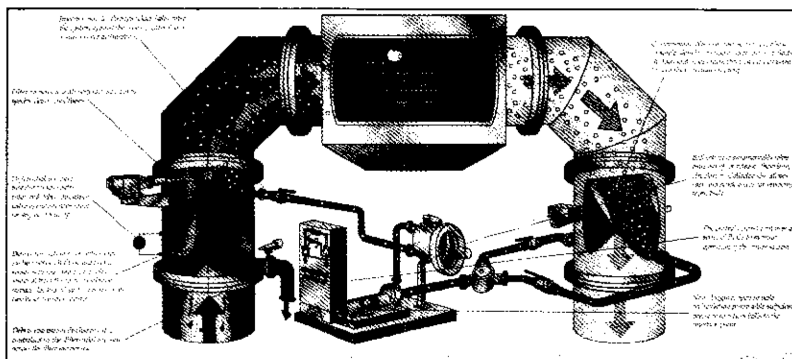
شکل ۱۵-۱ : یک نوع کندانسور آبی



شکل ۱۶-۱ : بُرس تمیزکنندهٔ لوله‌های کندانسور

روش دیگر که بسیار هم مؤثر است، استفاده از یک تفنگ آبی برای پیش راندن یک برس کوچک با تارهای غیر فلزی (شکل ۱۶-۱)، یا یک گوی اسفنجی در داخل لوله‌هاست که فقط چند ساعت به طول می‌انجامد. در این شیوه، لوله‌ها از طریق حرکت رفت و برگشتی یک برس و طبق زمان‌بندی از قبل تعیین شده تمیز می‌شوند. گویهای اسفنجی نیز دارای قطری به طور نامحسوس بیش از قطر لوله‌ها بوده و نرم و انعطاف پذیرند. این گویها به کمک جریان آب طول لوله‌های کندانسور را طی کرده و سپس توسط بخش صافی که در دهانهٔ خروج آب خنک‌کننده نصب شده است جمع‌آوری می‌شوند (شکل ۱۷-۱).

○ تمیزکاری لوله‌ها با مواد شیمیایی مستلزم گردش دادن یک محلول اسید مناسب در لوله‌ها و سپس شستشو با آب پر فشار، گردش دادن یک محلول مهارکننده (Inhibitor) و باز هم شستشو با آب پر فشار است. در این روش مدت زمان تمیز کردن عامل مهمی بوده و به مقتضای هر مورد، متفاوت است. این مدت در مورد رسوبات ضخیم تا ۲۴ ساعت نیز می‌رسد. تمیزکاری با مواد شیمیایی این مزیت را دارد که برای



شکل ۱۷-۱ : تمیز کردن لوله‌های کندانسور با گوی اسفنجی

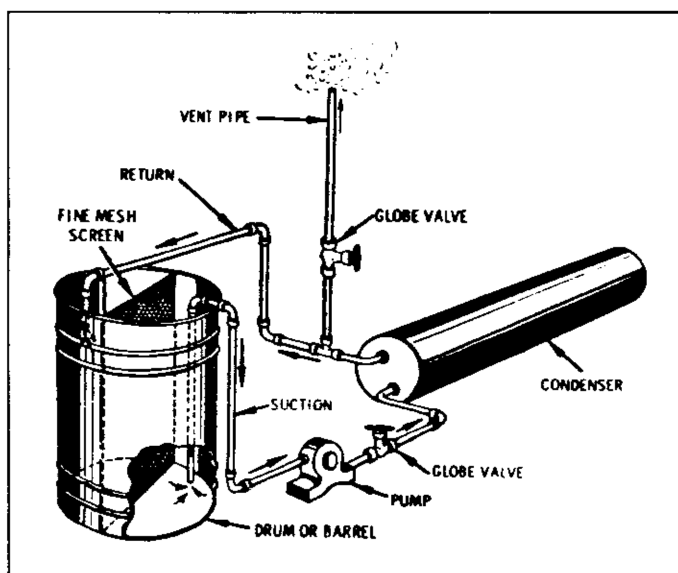
لوله‌های مستقیم، لوله‌های خم‌دار و پوسته (Shell) قابل استفاده بوده و تنها روش مؤثر برای کندن و پاک کردن رسوبات سخت است.

شکل ۱۸-۱ چگونگی تمیز کردن کندانسور با گردش دادن محلول اسید را نشان می‌دهد. به طوری که ملاحظه می‌شود یک پمپ با فشار کافی، محلول تمیزکننده را بین کندانسور و یک بشکه فلزی به مدت مقتضی گردش می‌دهد. در این بشکه یک توری سیمی تعبیه شده است که به عنوان یک صافی از ورود رسوبات کنده شده به داخل پمپ جلوگیری می‌کند. یک لولهٔ تهویه (Vent Pipe) با یک شیر گلوبی (Globe Valve) در مسیر خروج محلول از کندانسور نصب می‌شود که کارش تخلیهٔ گاز تولید شده هنگام شستشو است.

() اگر میزان رسوبات کم باشد، نیازی به گردش تحت فشار محلول اسید نبوده و می‌توان طبق شکل ۱۹-۱ به صورت دستی محلول را به کندانسور وارد کرد. وسایل لازم برای این کار عبارتند از: یک ظرف چوبی یا سفالی برای ریختن و جمع‌آوری محلول اسید، و یک لولهٔ فولادی به قطر یک اینچ (۲۵/۴ میلی‌متر) با طول مناسب. در اینجا نیز یک لولهٔ تهویه در بالاترین نقطهٔ کندانسور نصب می‌شود.

● تصفیهٔ آب

جهت حفاظت از مدار گردش آب در کندانسورهای آبی، چنانچه کیفیت آب محل مناسب نباشد باید آب



شکل ۱۸-۱ : چگونگی تمیز کردن کندانسور با جریان تحت فشار

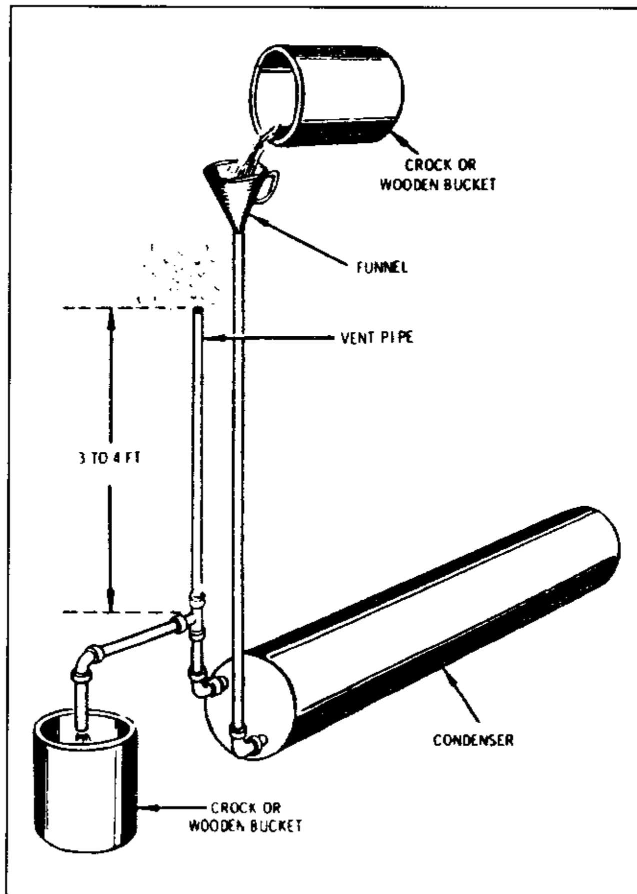
را به نحو مقتضی تصفیه کرد.

● اتصالات لوله کشی مبرّد

اتصالات لوله‌هایی که مبرّد در آنها جریان دارد و لوله‌های کندانسور باید منظماً بازبینی شده و در صورت مشاهدهٔ هرگونه نشتی، بلافاصله به ترمیم آن اقدام شود.

● جلوگیری از یخ‌زدگی

کندانسورهایی که در معرض دماهای زیر صفر قرار دارند باید در برابر یخ زدگی آب در زمستان محافظت شوند (به مبحث کویلها مراجعه کنید).



شکل ۱۹-۱ : چگونگی تمیز کردن کندانسور با جریان طبیعی

▣کنترلها

سیستم کنترل، در واقع سلسله اعصاب تأسیسات تهویه مطبوع است و باید با آن به دقت و ظرافت رفتار شود.

قوانین کلی برای رسیدگی به وسایل کنترل بدین قرارند :

○ در کار وسایل کنترل مداخله نکنید.

○ در صورت بروز هر اشکالی در سیستم، بلافاصله کنترلها را مقصر قلمداد نکنید.

○ نگذارید نقاط اتصال ادوات الکتریکی یا شیرهای حساس وسایل نیوماتیک به کثافات، روغن، آب و غیره آلوده شوند، و البته آنها را با دقت تمیز کنید.

وسایل کنترل زیاد و متنوعند که عموماً بر حسب نوع حساسیت نامگذاری می‌شوند :

※ وسایل حساس به دما : ترموستات (شکل ۲۰-۱)

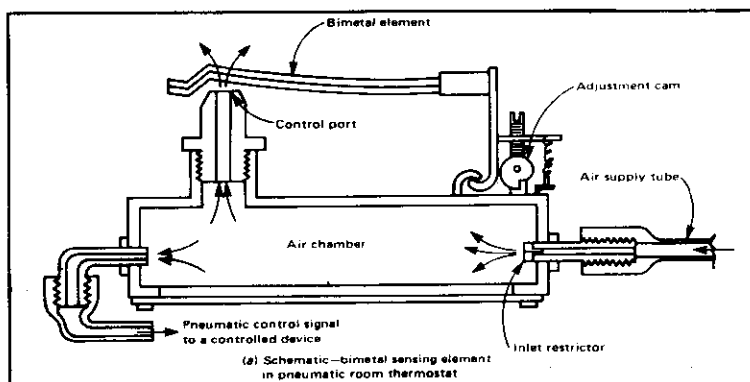
※ وسایل حساس به رطوبت : هیومیدستات (Humidistat/Hygrostat) (شکل ۲۱-۱)

※ وسایل حساس به فشار : کلید فشار (Pressure Switch)

※ وسایل کنترل تفاضل فشار : پرشرستات (Pressurestat)

※ وسایل کنترل سطح مایع : شناور (Float)

همچنین وسایل کنترل دیگری از قبیل؛ وسایل حساس به نور، وسایل زمانی (Time Devices) و بسیاری از وسایل دیگر نیز در سیستمهای کنترل بر حسب نیاز به کار می‌روند.



(a) Schematic—bimetal sensing element in pneumatic room thermostat

شکل ۲۰-۱ : جزئیات یک نوع ترموستات اتاقی

به طور کلی کنترلها در سه طبقه جای می‌گیرند که بر اساس طبیعت منبع توان شناخته می‌شوند :

۱- سیستم نیوماتیک (Pneumatic) که از هوای فشرده به عنوان توان محرکه استفاده می‌کند.

۲- سیستم الکتریک که از جریان برق به عنوان منبع توان استفاده می‌کند.

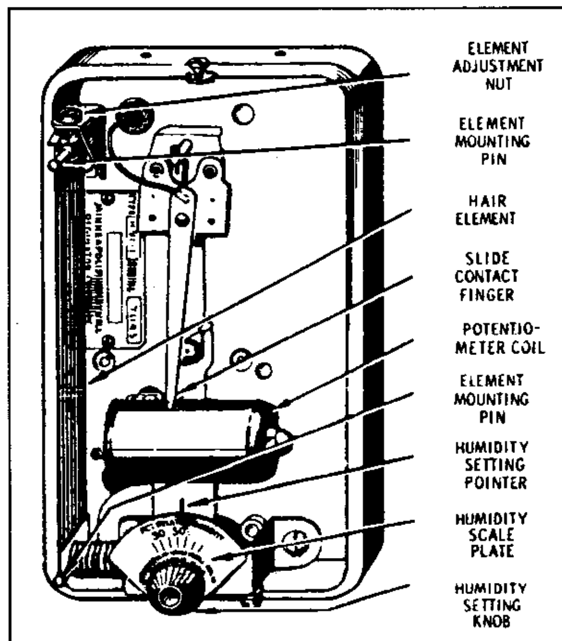
۳- وسایل خودکفا (Self-Contained) که از فشار هوا یا انبساط گاز یا مایع به عنوان عامل محرّک استفاده می‌کنند.

● حساسیت وسایل وکالیبراسیون

از هر نوع وسیلهٔ کنترل، کیفیتهای مختلفی موجودند. به عنوان مثال ترموستاتهایی با حساسیت نسبت به تغییرات دما تا ۰/۰۱°F وجود دارند. وسایلی هم هستند که دما را در محدودهٔ ۲F± نسبت به دمای مورد نظر کنترل می‌کنند. برای کاربردهای خاص جهت کسب بهترین نتایج، بهره‌گیری از تجربه در مورد حساسیتها و کالیبراسیون، ضروری است.

● انتخاب و محل نصب

وسایل کنترل باید برای کاربرد معین به درستی انتخاب شوند تا بتوانند حساسیت مورد نظر را تأمین کنند، البته به همان میزانی که لازم است و نه بیشتر. محل نصبشان نیز باید صحیح باشد که این در کارکرد



شکل ۲۱-۱ : ساختمان یک نوع هیومیدستات

صحیح آنها نقش تعیین‌کننده دارد. مثلاً وسایل کنترلی که روی جدارهٔ کانال کار گذاشته می‌شوند معمولاً دارای میله‌ای برای عبور از جداره هستند. وسایل کنترلی که قرار است روی یک دیوار نصب گردند، برای همین منظور ساخته می‌شوند و معمولاً نسبت به وسایلی که داخل دستگاهها کار گذاشته می‌شوند، ظاهری بهتر و زیباتر دارند.

● موتورهای کنترل

موتور وسایلی مثل دمپرها، شیرها و سایر وسایلی که شرایط چیزی را تغییر می‌دهند نیز قسمتی از سیستم کنترلند.

● تبدیل

چون ممکن است شرایطی را که دستگاهها در تابستان ایجاد می‌کنند کاملاً متفاوت با شرایط مطلوب زمستانی باشد، بسیاری از وسایل کنترل دارای قابلیت تبدیل شرایط تابستانی و زمستانی هستند. در دستگاههای نیوماتیک این مقصود با تغییر فشار حاصل می‌شود و در وسایل الکتریکی با استفاده از یک رلهٔ تبدیل کوچک.

● توصیه

تنوع وسایل کنترل آنقدر زیاد و اجزاء متشکله و عملکرد آنها به قدری متفاوت است که مهندس نگهدار و تعمیرکنندهٔ سیستم باید از یک کارخانهٔ معتبر سازندهٔ این وسایل در صورت لزوم کمک بگیرد.

▣ سردکننده‌ها

سردکننده‌های نوع "پوسته و لوله" (Shell & Tube) **(شکل ۲۲-۱)** و "پوسته و کویل" (Shell & Coil) (شکل ۲۳-۱) محتاج همان مراقبتهایی هستند که در مورد کندانسورها اعمال می‌شود. یک سردکننده ممکن است در یک مدار کاملاً بسته مورد استفاده قرار گیرد که در آن آب تازه فقط برای جبران آب از دست رفته به مدار وارد می‌شود. در این حالت، و با استفاده از یک روش مناسب تصفیهٔ آب، ممکن است تمیز کردن لوله‌های سردکننده به اندازهٔ کندانسورها ضروری نباشد. یک بازرسی سالانه از شرایط لوله‌ها کافی است. معهذا این کار باید بدقت انجام گیرد تا هر گونه ضعف در جدارهٔ لوله قبل از تبدیل آن به یک عیب، کشف و ترمیم شود.

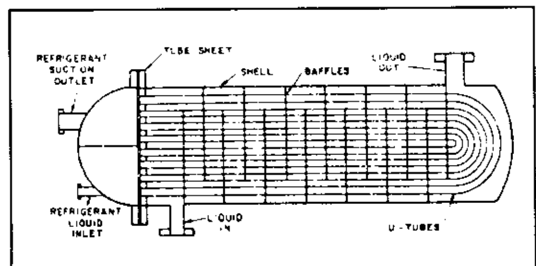
سردکننده‌هایی که آب را به یک افشانندهٔ سیستم باز ارسال می‌کنند، باید تحت مراقبتهایی مانند آنچه در مورد کندانسورها ذکر شد، قرار گیرند (مبحث کندانسورها را مطالعه کنید).

● عایقکاری

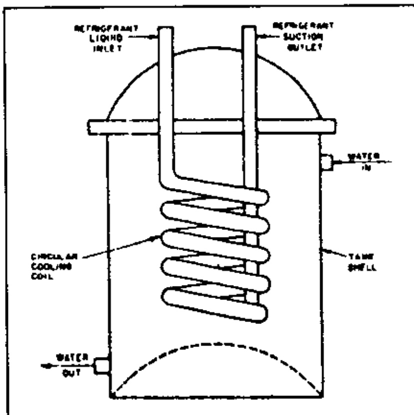
سردکننده‌ها عایقکاری شده‌اند و باید در سالم نگهداشتن آن دقت کافی مبذول شود. چنانچه قسمتهایی از عایق وضعیت خوبی نداشته باشند باید ترمیم شوند.

● نظافت و تمیزکاری داخل پوسته

طرح بعضی از سردکننده‌ها به گونه‌ای است که مبرّد در داخل لوله‌ها و آب در پوسته گردش می‌کنند. مدار آب مانند آنچه قبلاً ذکر شد در معرض رسوبگیری است. این نوع سردکننده‌ها به ندرت در یک سیستم افشانندهٔ باز (Open-Spray) مورد استفاده قرار می‌گیرند. وقتی شرایط ایجاب کند، داخل پوسته را می‌توان با



شکل ۲۲-۱ : سردکنندهٔ نوع پوسته و لوله



شکل ۲۳-۱ : سردکنندهٔ نوع پوسته و کویل

مواد شیمیایی تمیز کرد. در این مورد می‌توان از شرکتهای معتبر و مجرّب در تصفیهٔ آب استفاده نمود.

● اتصالات لوله کشی مبرّد

اتصالات لوله‌هایی که مبرّد در آنها جریان دارد و سردکننده‌ها، باید منظماً بازبینی شده و در صورت مشاهدهٔ هر گونه نشتی بلافاصله به ترمیم آن اقدام شود.

● محفظه‌های شناور مبرّد

سردکننده‌ها در چیلرهای سانتریفوژ معمولاً" برای کنترل جریان مبرّد از کندانسور، دارای شیرهای شناور هستند. محفظه‌های شناور باید سالانه بازرسی شده و شیرهای شناور بررسی گردند تا از عملکرد صحیح شناور اطمینان حاصل شود.

● کنترل

کنترل سردکننده‌های انبساط مستقیمی که از کمپرسور رفت و برگشتی استفاده می‌کنند معمولاً" به وسیلهٔ شیر انبساط حرارتی (Thermal-Expansion Valve) صورت می‌گیرد.

یک بار که شیرها برای شرایط خاصی میزان شدند، دیگر نباید تنظیم آنها را به هم زد یا تغییر داد.

سردکننده‌های نوع "کویل انباشته" (Flooded Coil) اغلب توسط یک "شناور بخش فشار قوی" (High-side Float) که در "محفظهٔ تفکیک" (Surge Drum) نصب می‌گردد، کنترل می‌شوند که درست مثل سایر شناورها و شیرهای کروی (ضربه‌ای) (ball cock) عمل نموده و سطح مایع را در ظرف تنظیم می‌کنند.

سردکننده‌های پوسته و لوله‌ای انباشته‌ای که با کمپرسورهای رفت و برگشتی کار می‌کنند، عموماً توسط یک "شناور بخش فشار ضعیف" (Low-side Float) کنترل می‌شوند که اهمیت آن برای سیستم مثل کاربراتور برای اتومبیل است. تنظیم آن خیلی مهم بوده و یکبار که میزان شد دیگر نباید آن را به هم زد یا تغییر داد.

● برگشت روغن

برگشت روغن از سردکنندهٔ انباشته به کمپرسور نوع رفت و برگشتی بالاترین اهمیت را دارد. شدت جریان روغن در خط برگشت ممکن است مهم باشد. شیر دستی باید تا نقطه‌ای باز شود که تجمع روغن در سردکننده در سطح پایینی نگهداشته شود (که این با مشاهدهٔ رنگ مایع جاری در خط برگشت از محل موسوم به "چشم گاو" (Bull's-Eye) تشخیص داده می‌شود)، و نباید شیر را بیش از مقدار لازم باز کرد.

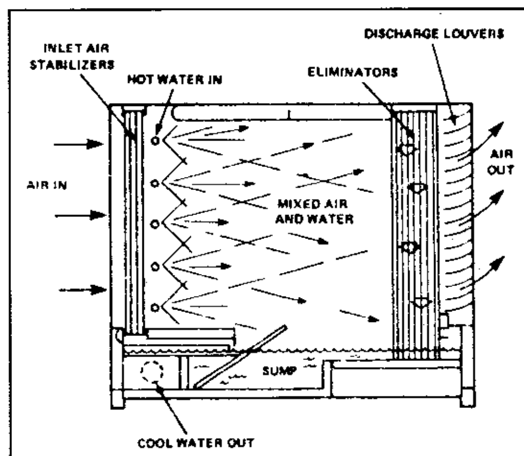
سردکننده‌های چیلرهای سانتریفوژ برای کار تهویه مطبوع، معمولاً" دارای لوله‌های مستقیم با جریان آب در لوله‌ها و مبرّد در پوسته می‌باشند. روغن تلف شده از کمپرسور ممکن است در سردکننده جمع شده و انتقال حرارت را کاهش دهد، که فقط آن را از طریق تقطیر می‌توان خارج کرد. میزان روغنی را که هر ماه به سیستم اضافه می‌شود باید یادداشت کرد.

■ برج خنک‌کن

در گزینش صحیح دستگاه خنک‌کنندهٔ آب متناسب با مقتضیات یک پروژهٔ معین باید چند عامل اصلی را ملحوظ قرار داد؛ توانایی خنک‌کنندگی، مسائل اقتصادی، سرویسهای مورد نیاز و شرایط طبیعی. این عوامل اغلب به یکدیگر بستگی متقابل دارند، اما هر یک باید جداگانه بررسی و ارزیابی شوند. از آنجا که ممکن است انواع زیادی از دستگاهها توانایی تأمین مقصود را داشته باشند عواملی همچون ابعاد دستگاه، مساحت محل نصب، حجم هوای جریانی، میزان مصرف انرژی بادزن و پمپ، مواد به کار رفته در ساخت دستگاه، کیفیت آب و سهولت یافتن دستگاه در بازار، بر انتخاب نهایی تأثیر خواهند گذارد. گزینش مطلوب عمدتاً بعد از ارزیابی اقتصادی صورت می‌گیرد.

برجهای خنک‌کن در اندازه‌های مختلف برای دفع حرارت از یک تا چند هزار تن تبرید ساخته می‌شوند. برجهای بزرگ برای کاربردهای معین ساخته می‌شوند و معمولاً از چندین سلول تشکیل می‌گردند که هر یک اجزاء خاص خود را دارند. برجهای خنک‌کن معمولاً به سه دسته تقسیم می‌شوند: برجهای آتمسفریک (Atmosperic) با فشار طبیعی هوا؛ برجهای با جریان هوای فشاری (Forced-Draft)؛ و برجهای با جریان هوای کششی (Induced-Draft).

○ برج خنک‌کن نوع آتمسفریک فاقد بادزن بوده و معمولاً فقط در اندازه‌های کوچک ساخته می‌شوند (شکل ۲۴-۱).



شکل ۲۴-۱ : برج خنک‌کن نوع آتمسفریک

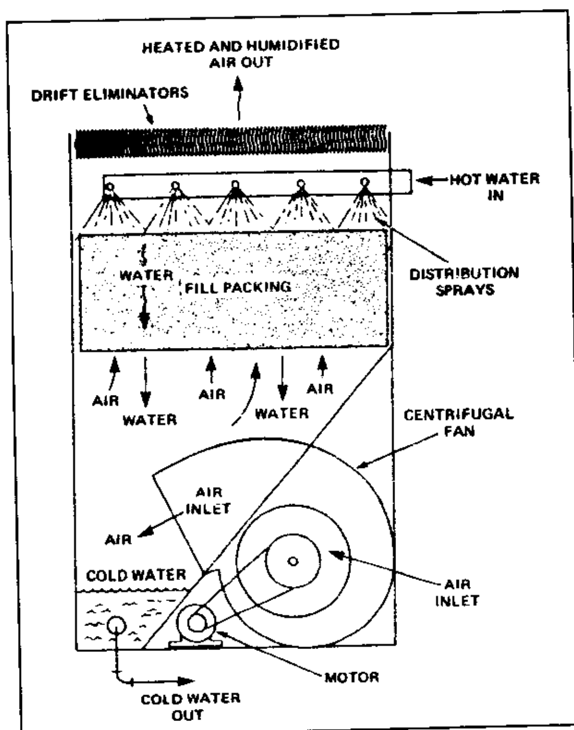
○ برج خنک‌کن با جریان هوای فشاری دارای بادزنی است که هوا را با فشار از میان ذرات آب پودر شده و در حال ریزش، عبور می‌دهد (شکل ۲۵-۱).

○ برج خنک‌کن با جریان هوای کششی دارای بادزنی است که هوا را از میان ذرات آب در حال ریزش به سمت بادزن می‌کشد (شکل ۲۶-۱).

بازده برج خنک‌کن به تأثیر تماس آب و هوا بستگی دارد و هر چه سطح تماس گسترده‌تر باشد، بازده برج بیشتر خواهد بود.

در انتخاب محل نصب برج خنک‌کن باید در نظر داشت که حجم بزرگی از هوا در برج جریان می‌یابد؛ سروصدای دستگاه زیاد بوده و وزن آن هنگام کار قابل توجه است. همچنین باید برای جابه‌جایی حجم بزرگ هوای خارج، فضای لازم در اطراف برج منظور شود.

برجهای خنک‌کن با جریان هوای فشاری و کششی مجموعه‌ای هستند از اجزاء متعدد شامل بادزن، افشاننده‌ها (Sprays)، موتور بادزن، محرّک و راه‌انداز (Starter). بعضی از تأسیسات شامل یک هواشوی (ایرواشر)، بادزن و بدنه‌ای هستند که از هر حیث مانند تجهیزات تهویهٔ مطبوع است.



شکل ۲۵-۱ : برج خنک‌کن با جریان فشاری

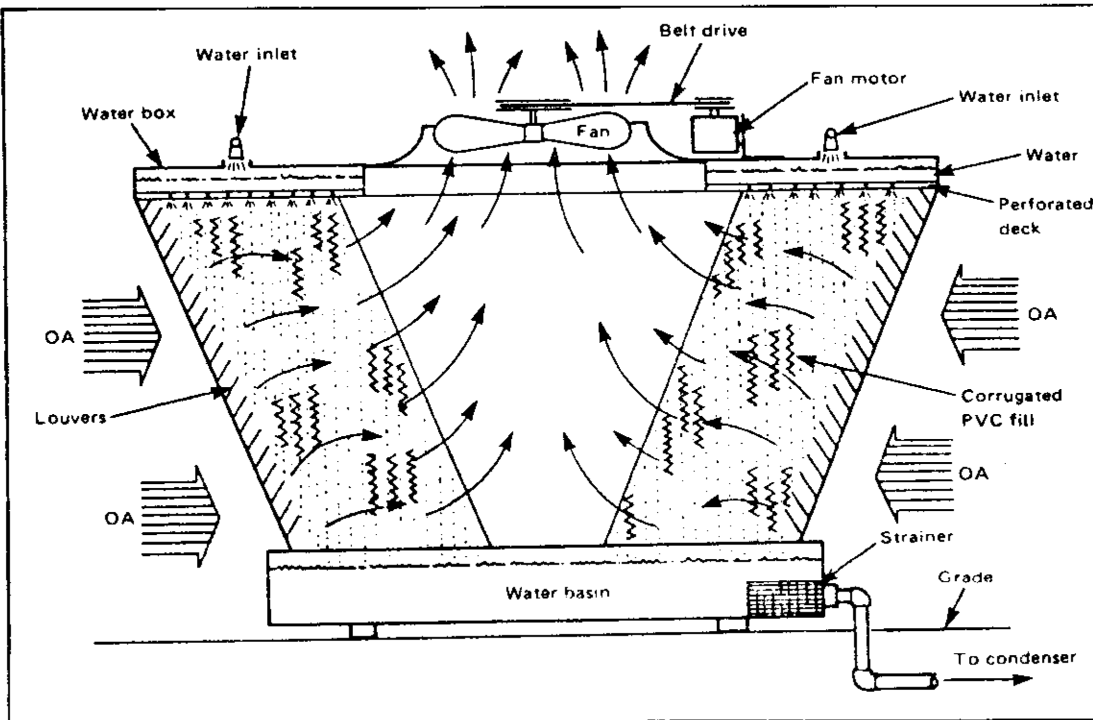
نگهداری این وسایل به شرح زیر است :

● محل نصب

اگر بتوان برج خنک‌کن را در فضای باز با جریان هوای آزاد قرار داد در حصول یک بازده مناسب از برج مشکلی وجود نخواهد داشت. امّا چنانچه قرار باشد برج در داخل ساختمان و محصور بین دیوارها نصب شود، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرند :

۱- باید فضای کافی و بدون مانع مزاحم در اطراف برج وجود داشته باشد تا هوای لازم به برج برسد.

۲- هوای گرم و مرطوب خروجی از برج باید به گونه‌ای تخلیه شود که امکان بازگشت و گردش مجدد آن در برج وجود نداشته باشد (شکل ۲۷-۱). گردش مجدّد چنین هوایی در برج دمای مرطوب هوای ورودی به برج را مداوماً افزایش داده سبب فزونی دمای آب گرم ورودی و آب سرد خروجی از برج می‌شود و چنانچه برج در فصل سرد نیز کار کند، می‌تواند باعث یخ زدن مدخل هوا به برج گردد. امکان گردش مجدّد هوا در برج بویژه زمانی باید مورد توجه واقع شود که قرار باشد چندین برج در مجاورت هم قرار



شکل ۲۶-۱ : برج خنک‌کن با جریان هوای کششی

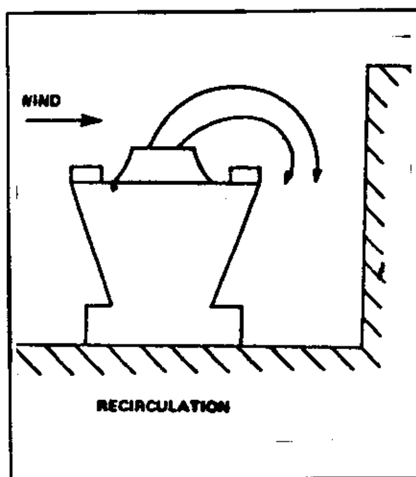
گیرند. تعیین محل نصب برج خنک‌کن به عوامل دیگری نیز بستگی دارد از قبیل؛ استحکام محل نصب و تجهیزات اضافی برای تقویت آن، مقررات و کدهای محلی، هزینهٔ فراهم کردن تجهیزات جنبی برای برج و مسائل مربوط به معماری ساختمان. ملاحظاتی مثل سطح صدای تولیدی توسط برج، رطوبت هوا و میزان رانش ذرات آب به بیرون توسط هوای جریانی نیز در انتخاب صحیح محل نصب برج در مرحلهٔ طراحی پروژه دخیل می‌باشند.

● لوله‌کشی

سیستم لوله‌کشی برج خنک‌کن باید به گونه‌ای طرح شود که امکان انبساط و انقباض و انعطاف لوله‌های رابط بین اجزاء سیستم تا حد معینی فراهم باشد. چنانچه برج بیش از یک اتصال ورودی داشته باشد، باید جهت متعادل کردن جریان آب به هر یک از سلولهای برج، شیرهای متعادل‌کننده نصب شوند. چنانچه لازم آید که یکی از سلولهای برج برای تعمیر از مدار خارج شود باید از شیرهای مسدود کننده استفاده نمود.

اگر دو یا چند برج خنک‌کن با هم موازی شوند، جهت کنترل عدم تعادل احتمالی سیستم لوله‌کشی (به و از) برج خنک‌کنها و کنترل تغییرات شدت جریان ناشی از گرفتگی صافیها و اریفیسها، باید یک خط لولهٔ متعادل‌کننده بین تشت برجها نصب گردد.

به منظور ممانعت از سر ریز کردن آب از برج هنگام توقف کار و اطمینان از کار رضایتبخش پمپ در زمان شروع فعالیت سیستم، تمامی مبدلهای حرارتی (و سیستم لوله‌کشی برج تا حد امکان) باید پایین‌تر از سطح آب برج (در هنگام کار) قرار گیرند. اندازهٔ تشت برج طوری تعیین می‌شود که حجم درستی از آب را



شکل ۲۷-۱ : برگشت هوای خروجی به برج خنک‌کن

در حین فعالیت سیستم در خود جای دهد چندان که مانع از مکیده شدن هوا توسط خط مکش پمپ گردد. برای تشت برج یک حجم اضافی بین سطح عملیاتی آب و سطح سر ریز منظور می‌گردد تا موقع راه‌اندازی سیستم، رایزر و شبکهٔ لوله‌کشی برج را از آب پر نموده و کاستیهای آب برج را تأمین نماید.

● کنترل ظرفیت

بیشتر برجهای خنک‌کن در معرض تغییرات قابل توجه دمای مرطوب هوا و بار در طول فصل گرم می‌باشند. بدین لحاظ ممکن است جهت ابقاء شرایط تجویز شده برای کارکرد مطلوب برج، بعضی از روشهای کنترل ظرفیت به کار گرفته شوند.

ساده‌ترین روش کنترل ظرفیت برجهای خنک‌کن، تغییر سرعت بادزن است که اغلب در مورد برجهای چند سلولی یا تأسیساتی با چندین برج خنک‌کن به کار می‌رود. در آب و هوای غیر سرد که کنترل دقیق دمای آب خروجی از برج ضروری نیست، تغییر سرعت بادزن روش مقتصدانه‌ای برای کنترل ظرفیت برج است. امّا برای اجتناب از سوختن موتور در اثر تغییر مداوم و بیش از حد سرعت باید دقت خاصی مبذول گردد. با موتورهای دو سرعته می‌توان کنترل ظرفیت برج را در دو مرحله صورت داد که این بویژه در مورد برجهای با یک موتور بادزن کاربرد دارد. با استفاده از موتورهای دو سرعته در مصرف انرژی نیز صرفه‌جویی خواهد شد.

استفاده از دمپرهای تنظیم‌کننده در دهانهٔ خروجی بادزنهای سانتریفوژ سابقه‌ای طولانی دارد. در بسیاری از موارد این دمپر همراه با موتورهای دو سرعته به کار می‌رود. وسایل پیشرفتهٔ کنترل فرکانس امکان تغییرات چندگانهٔ سرعت موتور را فراهم آورده کنترل محدود ظرفیت و انرژی مصرفی را تضمین می‌کنند، همان کاری که در بادزنهای جدید با تغییر خودکار فواصل پره‌ها صورت می‌گیرد.

تغییر ترتیب پمپاژ آب به برج با استفاده از یک سری پمپ با موتور معمولی یا دو سرعته یکی دیگر از راههای کنترل ظرفیت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی است.

بای‌پاس یا میان‌بر کردن آب نیز از دیگر راههای کنترل ظرفیت برج است که تنها با مشورت کارخانهٔ سازندهٔ برج قابل اجراست. این امر بویژه بدان جهت اهمیت دارد که تحت شرایط محیطی پایین، کاهش جریان آب می‌تواند باعث یخ‌زدگی در داخل برج شود.

● کار زمستانی برج خنک‌کن

اگر قرار باشد برج خنک کن در دمای زیر صفر کار کند، مراحل طراحی و کار سیستم شامل دقایق و ملاحظات بیشتری خواهد بود. در این ارتباط موارد زیر مورد بحث قرار می‌گیرند :

۱- گردش باز آب در برج خنک‌کن؛

۲- گردش بستهٔ آب در یک سردکنندهٔ تبخیری مدار بسته؛
۳- آب تشت در برج خنک‌کن یا خنک‌کنندهٔ تبخیری مدار بسته

○گردش باز آب در برج خنک‌کن

برج خنک‌کنهایی را که قرار است در دمای زیر صفر کار کنند می‌توان با استفاده از یک روش مناسب کنترل ظرفیت، با شرایط زمستانی تطبیق داد. این کنترل ظرفیت، دمای آب خروجی از برج را بالاتر از نقطهٔ انجماد نگه می‌دارد. مضافاً در طی فصل سرد باید منظماً بازرسی عینی از برج خنک‌کن صورت گیرد تا از کارکرد صحیح کنترلها اطمینان حاصل شود.

در برج خنک‌کنهایی که دارای بادزنهای با پره‌های القایی-مکشی هستند ممکن است جهت چرخش بادزن متناوباً معکوس شود تا سطوح مدخل هوا به برج، یخزدایی شوند. برای به حداقل رساندن امکان یخ‌زدگی در برجهای با بادزن مکشی سانتریفوژ، باید از دمپرهای کنترل ظرفیت استفاده شود.

○گردش بستهٔ آب

در این سیستم باید به حفاظت از مایع داخل مبدل حرارتی در مقابل سرما توجه خاصی مبذول گردد. چنانچه اشکالی از نظر طرح سیستم وجود نداشته باشد، استفاده از مایع ضد یخ بهترین نوع حفاظت است. در صورتی که این ممکن نباشد، باید سیستم را طوری طرح کرد که مبدل حرارتی به نحوی گرم شود. در مورد مقدار این گرمای ورودی به سیستم باید با کارخانهٔ سازنده مشورت شود.

تمام سیستم لوله‌کشی (به و از) دستگاه خنک‌کننده باید کاملا" عایقکاری شود. ضمناً باید یک سیستم تخلیهٔ اضطراری برای مواقعی که در سرمای زیر صفر به هر دلیل برق دستگاه قطع می‌شود، منظور نمود.

○ آب تشت

برای حفاظت آب درون تشت زیرین دستگاه خنک‌کنندهٔ مدار بسته در مقابل سرما راههای مختلفی وجود دارند که یکی از مطلوب‌ترین آنها استفاده از مخزن آب کمکی نصب شده در یک فضای گرم است. چنانچه این روش عملی نباشد، باید برای جلوگیری از یخ زدن آب تشت از یک گرمکن کمکی استفاده نمود که معمول‌ترین آن گرمکن الکتریکی و کویلهای بخار و آب داغ غوطه‌ور در آب تشت می‌باشند. برای اطلاع از میزان دقیق حرارتی که باید به تشت آب در سرمای زیر صفر وارد شود لازم است با کارخانهٔ سازندهٔ دستگاه خنک‌کننده مشورت شود.

تمام خطوط آبی که در معرض سرمای زیر صفر قرار دارند باید توسط نوار یا کابل الکتریکی و عایق حفاظت شوند. این حفاظت باید در مورد تمام خطوط یا قسمتهایی که در زمان خاموشی سیستم در معرض سرما قرار دارند اعمال شود.

● صدا

سطح صدای تولیدی یکی از مهم‌ترین عوامل در انتخاب و نصب دستگاههایی مثل برج خنک‌کن است که در فضای باز نصب می‌شوند، و در این مورد اغلب مقرراتی وجود دارند. حتی در صورت فقدان مقررات نیز اعتراض کسانی که در جوار این دستگاهها کار یا زندگی می‌کنند، عامل تعیین‌کنندهٔ سطح صداست. از آنجا که کاستن از شدت صدای تولیدی توسط برج مخارج اولیهٔ سیستم را افزایش می‌دهد، باید در اولین مراحل طراحی سیستم به این مشکل توجه شود. شدت صدای تولیدی برج اغلب توسط کارخانجات سازنده ارائه می‌شود که از مقایسهٔ آن با معیارهای صوتی تعیین شده، میزان مقبولیت تأسیسات برج خنک‌کن از این نقطه نظر معلوم می‌گردد.

عموماً در مواردی که تأسیسات برج خنک‌کن موجد مشکلات صوتی باشند چند راه حل می‌توان ارائه داد. راههایی مثل؛ دور کردن حتی‌الامکان برج از مناطق حساس به صدا و استفاده از موتور بادزنهای دو سرعته (با شدت صدای اسمی ۱۲ دسی‌بل) در زمان کار سبک برج (مثلاً" در شب). امّا باید ترتیبی داد که تعداد دفعات تغییر سرعت بادزن حداقل باشد چرا که کم و زیاد شدن صدا معمولاً" ناراحت کننده‌تر از صدای یکنواخت است. در بسیاری از موارد، راه حل مؤثر شامل استفاده از دیوارهای آکوستیک حائل بین برج و مناطق حساس به صدا و یا ایزولاسیون صوتی خود برج است. مضافاً تخفیف دهنده‌های شدت صدا که مخصوصاً برای برج خنک‌کن طراحی شده‌اند معمولاً" در بازار یافت می‌شوند. در مواردی ممکن است استفاده از برج خنک‌کنی بزرگتر با سطح صدای پایین‌تر (به لحاظ کاهش سرعت بادزن) عملی باشد.

● رانش ذرات آب به بیرون برج توسط هوای جریانی (Drift)

برج خنک‌کن یک مبدل حرارتی است که در آن دو سیال هوا و آب در تماس مستقیم با یکدیگر قرار دارند و بدین لحاظ همواره مقداری از ذرات آب به رغم وجود قطره‌گیرها (Drift Eliminators) همراه هوای جریانی به بیرون برج رانده می‌شود. مقدار آبی که بدین طریق از دست می‌رود تابعی است از شکل برج، طرح قطره‌گیرها، شدت جریان هوا در برج و حجم آب خنک شونده. چنانچه قطره‌گیرها خوب طراحی شده باشند، عموماً می‌توانند تلفات آب را تا میزان ۰/۰۰۲ تا ۰/۲ درصد از کل آب در گردش کاهش دهند.

از آنجا که رطوبت موجود در هوای خروجی از برج خنک‌کن اغلب حاوی مواد معدنی و شیمیایی با غلظت زیاد است، باید از نصب برج در فضای پارکینگ یا در مجاورت مکانهایی با پنجره‌های بزرگ و سطوحی از ساختمان که نسبت به این مواد حساس باشند، اجتناب شود.

● مه (Fog)

هوای گرم خروجی از برج خنک‌کن ضرورتاً اشباع شده است. تحت شرایط معین، هوای اطراف قادر به

جذب تمامی رطوبت موجود در هوای خروجی از برج نبوده و نتیجتاً رطوبت اضافی به صورت مه ظاهر می‌شود. برای کاهش یا رفع مه در هوای اطراف برج روشهای چندی وجود دارند؛ از جمله گرم کردن هوای خروجی از برج با مشعلهای گاز سوز یا کویلهای بخار، نصب مه‌گیرها و یا پاشیدن مواد شیمیایی مخصوص در هوای خروجی از برج.

در تأسیسات بزرگ که برج خنک‌کن اغلب روی زمین نصب می‌شود، برج خنک‌کن مرکب خشک-مرطوب که آمیزه‌ای از یک بخش تبخیری معمولی و یک بخش مبدل حرارتی از نوع لوله‌های پره‌دار با سطح خشک به طور سری یا موازی است، روش عملی‌تری برای کنترل مه است. در این دستگاهها هوای اشباع خروجی از بخش تبخیر برج با هوای گرم و نسبتاً خشک خروجی از بخش لوله‌های پره‌دار در هم می‌آمیزد و حاصل آن هوایی است که در مرحلهٔ مادون اشباع از برج خارج می‌شود. امّا اغلب عملی‌ترین راه برای حل مشکل مه‌زایی برج خنک‌کن، نصب آن در محلی است که مه تولید شده اعتراض کسی را برنیانگیزد. بدین لحاظ هنگام انتخاب محل نصب برج خنک‌کن باید پتانسیل مه‌زایی برج و تأثیر آن بر محیط اطراف ملحوظ نظر قرار گیرد.

● مراقبت و نگهداری از برج خنک‌کن

برج خنک‌کن مانند هر وسیلهٔ مکانیکی دیگر، تنها زمانی می‌تواند به نحو مطلوب و با بازده مورد انتظار کار کرده و حداکثر دوام را داشته باشد که طبق برنامه‌ای منظم تحت مراقبت و نگهداری قرار گیرد. معمولاً کارخانجات سازندهٔ برج خنک‌کن دستورالعمل زمان‌بندی شده‌ای را جهت بازرسی و سرویس قسمتهای مختلف برج تولیدیشان ارائه می‌دهند. در صورتی که چنین دستورالعملی در دسترس نباشد می‌توان از جدول راهنمای بازرسی و مراقبت از برج خنک‌کن که توسط انجمن مهندسین گرمایش تهویه و تهویه مطبوع آمریکا (ASHRAE) پیشنهاد شده است (جدول ۱-۱) استفاده نمود. چنانچه برج خنک‌کن در فصل زمستان نیز فعال باشد، پر واضح است که برای حصول اطمینان از عملکرد صحیح دستگاه و تمامی کنترلها و کشف هر گونه یخ زدگی در مراحل اولیه، باید از برج و متعلقات آن به طور منظم بازرسی عینی صورت گیرد.

بدنهٔ فلزی، تشت زیرین و پایه‌های دستگاه باید منظماً با یک رنگ محافظ مرغوب رنگ‌کاری شوند. در بعضی مکانها جهت محافظت در برابر زنگ‌زدگی و پوسیدگی، لازم است این رنگ‌کاری همه ساله انجام گیرد. باید برای این کار یک برنامهٔ منظم تدوین شود و فواصل زمانی بین رنگ‌کاریها نباید از ۳ سال تجاوز کند.

○ چوب درخت سرخدار (Redwood) بدون رنگ خود به خود مقاوم است و رنگ کردن تمام سطوح آن

از دوامش می‌کاهد. لذا رنگ‌کاری یک برج خنک‌کن از جنس چوب سرخدار، برای زیبایی ظاهری صورت می‌گیرد که باید توجه لازمه در این خصوص مبذول گردد. چوب درختان سرخدار و سرو نباید رنگ شود.

○ پیچ و مهره‌های برجهای چوبی باید سالانه مورد وارسی قرار گرفته و هنگامی که اجزاء برج خشک هستند، با آچار سفت شوند.

● بادزنها

بادزنها باید راحت بچرخند. ظرفیت بادزنهای جریان محوری پروانه‌ای (Propeller-type Fans) را عموماً می‌توان با میزان کردن زاویهٔ پره‌ها تنظیم کرد. یکسان بودن زاویهٔ همهٔ پره‌ها واجد اهمیت است و در تنظیم باید توجه نمود که قدرت لازمه از حد توان موتور تجاوز نکند.

● ترازکردن و روانکاری

○ همترازی بادزنهای جعبه دنده‌ای، از موتور گرفته تا چرخ دنده و بادزن، باید سالانه وارسی شود. تراز کردن باید در محدودهٔ کوپلینگها، یا طبق معمول بین ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۳ اینچ (۰/۰۵ تا ۰/۰۷ میلی‌متر) صورت گیرد.

○ سطح روغن جعبه دنده باید هر هفته بازبینی شود. روغن باید هر سال، یا بعد از ۳۰۰۰ ساعت کار بی‌وقفهٔ برج، تعویض شود.

○ محرّکهای تسمه‌ای باید هر ماه بازبینی شده و میزان سفتی و تراز آنها به طور صحیح تنظیم گردد. تسمه‌ها نباید آنقدر سفت باشند که بار زائدی را به یاتاقان تحمیل کنند، و نباید به قدری شل باشند که در جای خود سُر بخورند.

● پخش آب

پخش آب در برج باید وارسی شده و یکنواخت نگهداشته شود. مجاری آب باید بررسی شوند که گرفتگی نداشته باشند. سیستم پاشش آب و سرهای آبفشان (Nozzles) باید از نظر تمیزی و فشار پاشش آب (چندان که در طرح منظور شده)، وارسی گردند. در بیشتر برجهای خنک‌کن فشار پاشش آب تقریباً ۳Psi می‌باشد.

● قطره‌گیرها (Eliminators)

قطره‌گیرها باید عاری از جلبک بوده و به نحو مطلوب نگهداری شوند. قطره‌گیرهای فلزی را باید همه ساله تمیز و رنگ کرد.

● جلبک (Algae)

جلبک باید از تمام قسمتهای برج خنک‌کن پاک شود. برای جلوگیری از رشد مجدد جلبک و حفاظت

لوله‌ها و تجهیزات برج، باید آب را تصفیه کرد.

● نظافت و تمیزکاری

تشت زیرین برج باید هر هفته تخلیه و شستشو گردد. صافی نیز باید طبق زمان‌بندی معین، منظماً بازبینی و تمیز شود.

● سطح آب

شیر شناور باید چنان تنظیم گردد که سطح آب در تشت زیرین برج به اندازهٔ کافی بالا باشد تا از ایجاد گرداب در خروجی آب جلوگیری شده و برای جبران آبی که تبخیر یا همراه هوا به بیرون برج رانده می‌شود، آب تازه به میزان لازم به برج وارد گردد.

● حفاظت در زمستان

تشت زیرین برج و کلیهٔ لوله‌ها، شیرها و غیره که در معرض هوای سرد قرار دارند، باید برای فصل سرد که دستگاه خاموش است، تخلیه شوند.

جدول ۱-۱: برنامهٔ پیشنهادی ASHRAE برای بازرسی و مراقبت از برج خنک‌کن

	۱- بازرسی برای یافتن انسداد	۲- بررسی برای یافتن صدا یا ارتعاش غیرمعمول	۳- بازرسی کلیدها و سفتی پیچها	۴- روغنکاری	۵- بررسی کاسه نمدهای روغن	۶- بررسی سطح روغن	۷- بررسی روغن در مورد وجود آب یا کثافت	۸- تعویض روغن (حداقل)	۹- تنظیم مقدار سفتی	۱۰- بررسی سطح آب
بادزن		ر								
موتور		ر	ش	ف						
چرخ دندهٔ تبدیل		ر	ش		ش	ه	م	ش		
محرّکهای تسمه‌ای V شکل			ش						ف	
برینگهای میله محور فن			ش	ف						
قطره‌گیرها	ه									
پُرکن	ه									
تشت آب سرد										ر
سیستم توزیع آب برج	ه									ر
اجزاء ساختمان برج		س								
بدنهٔ برج										
شیر شناور										
شدت جریان خروجی										
میله محور محرّک		ر	ش							
شیرهای کنترل جریان					ش					
شبکه سیمی دهانه ورود هوا	ه									

جدول ۱-۱ : برنامهٔ پیشنهادی ASHRAE برای بازرسی و مراقبت از برج خنک‌کن (ادامه)

	بادزن	موتور	چرخ دندهٔ تبدیل	محرّکهای تسمه‌ای V شکل	برینگهای میله محور فن	قطره‌گیرها	پُرکن	تشت آب سرد	سیستم توزیع آب برج	اجزاء ساختمان برج	بدنهٔ برج	شیر شناور	شدت جریان خروجی	میله محور محرّک	شیرهای کنترل جریان	شبکه سیمی دهانه ورود هوا
۱۱- بررسی جریان آب													م			
۱۲- بررسی برای یافتن نشت								ش	ش			ش				
۱۳- بازرسی وضعیت کلی				م		س	س	س		ش	س	س		ش	ش	
۱۴- بررسی شل بودن تسمه‌ها	ش	ش	ش		ش					س				ش		
۱۵- نظافت	ب‌ل	س	ب‌ل			ب‌ل	ب‌ل	ش	ب‌ل			ب‌ل		ب‌ل	ب‌ل	
۱۶- رنگ کاری مجدد	ب‌ل	ب‌ل	ب‌ل					ب‌ل	ب‌ل			ب‌ل		ب‌ل		
۱۷- کاملاً باز و بسته کردن															ش	
۱۸- حصول اطمینان از باز بودن محلهای تهویه		م														

فصلی = ف ، سالانه = س ، ششماهه = ش ، ماهیانه = م ، هفتگی = ه ، روزانه = ر ، برحسب لزوم = ب‌ل

▣ محرّکها: تسمه‌ای و اتصال مستقیم

محرّکهای تسمه‌ای V شکل چنانچه درست نگهداری شوند، خوب کار می‌کنند. برای این محرّک، دو نوع تنظیم اهمیت بیشتری دارند: همترازی (Alignment) و کشش (Tension).

- ناهمترازی سبب تسریع پوسیدگی تسمه، تحمیل بار غیر ضروری به موتور و در بسیاری از موارد، سرعت بخشیدن به فرسودگی یاتاقان می‌شود (شکل ۲۸-۱).
- کشش زیاد تسمه (سفتی بیش از حد) موجب تحمیل بار اضافی به موتور و یاتاقانها است. در حالی که شل بودن تسمه سبب سُر خوردن و تسریع فرسودگی آن می‌شود.

● تراز بودن

- پس از جابه‌جایی پولی به هر دلیل، باید عمل تراز کردن کردن مجدداً انجام شود.
- حتی اگر هیچ تغییری صورت نگرفته باشد، همترازی باید سالی یکبار بررسی شود.
- تراز کردن با تنظیم نسبی پولی صورت می‌گیرد تا خطی که با گچ کشیده شده با هر دو لبهٔ پولی‌ها به طور همزمان تماس حاصل کند.
- افزایش کشش تسمه موجب می‌شود همهٔ موتورها در وضعیت خارج از خط کار کنند که این وضع باید اصلاح شود.

● کشش تسمه

ذکر یک قانون یا دستورالعمل کلی برای تصحیح میزان کشش تسمه، دشوار است. هدف این است که کشش تسمه به حدّی باشد که از سُر خوردن آن روی پولی هنگام راه‌اندازی یا در حین کار، اجتناب شود. یک شیوه این است که تسمه آنقدر شل شود که هنگام راه‌اندازی سُر بخورد (که معمولاً از صدای جیغ تسمه معلوم می‌شود)، سپس آنقدر سفت شود که دیگر سُر نخورد.

● پولی‌های قابل تنظیم

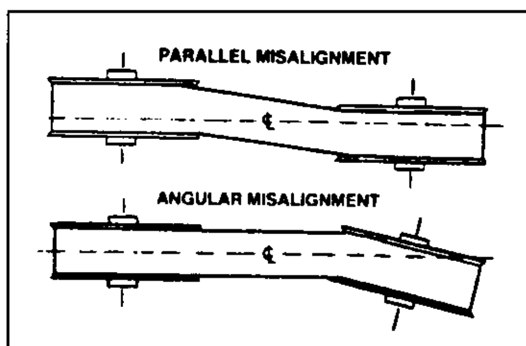
بعضی از پولی‌ها طوری درست شده‌اند که عرض شیار آنها قابل تنظیم است که این موجب تغییر قطر دایرهٔ تماس پولی و تسمه شده و سرعت چرخش پولی متحرک (یعنی پولی دوم که توسط پولی محرّک به چرخش درمی‌آید) را تغییر می‌دهد. در بعضی پولی‌ها که چند شیار دارند (Multigroove Pulleys)، همسطح نگهداشتن همهٔ شیارها امکان‌پذیر نیست چون همان طور که ذکر شد، عرض شیار تغییر می‌کند. در این مورد باید ناهمترازی تقسیم شود تا اینکه خطوط مرکزی دو پولی دقیقاً همتراز گردند.

● تعویض

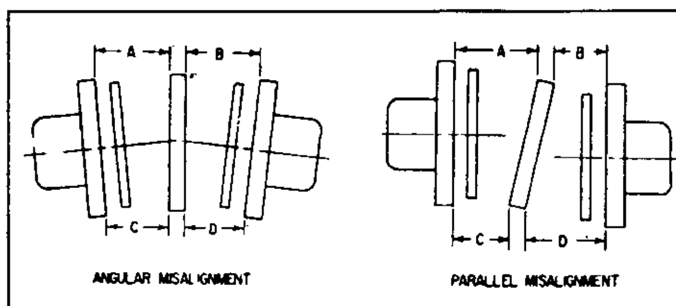
تسمه‌های V شکلی که توسط کارخانجات مختلف ساخته می‌شوند تفاوت چندانی با هم ندارند، در نتیجه برای محرّکهای چند تسمه‌ای می‌توان تسمه‌های متناسب و جور انتخاب کرد. تسمه‌ها بعد از مدتی کشیده می‌شوند، امّا میزان کشیدگی برای همهٔ تسمه‌ها یکسان است. نتیجهٔ این امر، در اختیار داشتن تعدادی تسمهٔ کاملاً متناسب و جور برای تمام طول عمر محرّک است. چنانچه لازم باشد تسمه‌ای عوض شود، باید همهٔ تسمه‌ها یکجا تعویض گردند.

● کوپلینگها در محرّکهای اتصال مستقیم

کلیهٔ کوپلینگهای محور مستقیم باید هم‌محور نگهداشته شوند. هم‌محوری تمام تجهیزات اتصال مستقیم باید سالانه به دقت مورد رسیدگی قرار گیرد (شکل ۲۹-۱).



شکل ۲۸-۱ : ناهم‌ترازی پولی‌های محرّک و متحرّک



شکل ۲۹-۱ : ناهم‌محوری کوپلینگها

برای هم‌محـوری فقط قواعد کلی می‌توان تعیین کرد چرا که هر یک از تجهیزات مشخصات خاص خود را دارند. امّا عموماً همهٔ تجهیزات اتصال مستقیم وقتی در شرایط عـادی بـار کـامل (Full Load) کـار می‌کنند، و همچنین پس از کارکرد کافی و رسیدن به دمای عملیاتی، باید دقیقاً هم‌محور باشند.

برای تغییر بار، تغییر ابعاد در اثر انبساط ناشی از افزایش دما، و هر شرایط دیگری که بتواند ارتباط بین تجهیزات محرّک و متحرّک را تغییر دهد، باید حدود مجازی قائل شد.

کوپلینگهای سخت غیر از ابقاء هم‌محوری، به رسیدگی چندانی نیاز ندارند.

انعطاف بعضی از کوپلینگها به انعطاف‌پذیری یک دیافراگم بستگی دارد و پس از ابقاء هم‌محوری و محکم کردن مجموعه، نیاز چندانی به رسیدگی ندارند.

کوپلینگهای قابل انعطاف باید چنانکه ذکر گردید هم‌محور نگهداشته شده طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده، روانکاری شوند. برخی از این کوپلینگها با روغن روانکاری می‌شوند و بعضی با گریس. در غیاب دستورالعمل مشخص، باید هنگام تعویض روغن از همان نوع روغنی که از اول به کار رفته بـود، اسـتفاده شود.

■ صرفه‌گرها

این تفکّر که در صورت اقتضای شرایط برای سرمایش از هوای بیرون استفاده شود، تازگی ندارد. امّا با تاکیدی که اخیراً بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود، شمار طرفداران این اندیشه رو به فزونی است.

اگر ساختمانی صرفنظر از دمای هوای بیرون، نیاز به سرمایش داشته باشد (مثلاً یک ناحیهٔ مرکزی محاط در فضای مورد تهویه مطبوع)، و اگر دمای خشک هوا و نسبت رطوبت آن در حد قابل قبول باشد، می‌توان برای خنک کردن از هوای بیرون استفاده کرد.

سرمایش با استفاده از قسمت یا محفظهٔ صرفه‌گر که بخشی از واحد فن کویل یا واحد هواساز مرکزی است، انجام می‌گیرد. دمپرهای هوای خارج و هوای برگشتی به یک دمپر هوای رفت (ارسال هوا از واحد هواساز) مرتبطند. از اختلاط هوای خارج و هوای برگشتی به نسبتهای معین (که با تنظیم دمپرها حاصل می‌گردد)، هوای ارسالی به فضای مورد نظر تهیه می‌شود. مخلوط کردن هوای برگشت با هوای تازهٔ خارج موجب کاهش قابل ملاحظهٔ بار گرمایی یا سرمایی سیستم می‌شود.

همچنین سیستم باید وسیله‌ای داشته باشد که به منظور کاستن از فشار اضافی هوای داخل، مقداری از هوای خارج ورودی را به بیرون ساختمان دفع کند، و یا به ادواتی مجهز باشد که ورود هوای خارج را به اندازهٔ لازم محدود سازند. این امر به اقتضای طرح سیستم، توسط دمپرهای "رهاکننده" یا هواکشها صورت می‌گیرد.

عناصر کنترل صرفه‌گر بدین قرارند :

۱- وسیله‌ای برای تعویض عملکرد سیستم از سرمایش ماشینی (Refrigeration Cooling) به سرمایش صرفه‌گر (Economizer Cooling) و بالعکس. در طرحهای اولیه یک ترموستات سادهٔ هوای خارج به کار می‌رفت که در دمای ۵۵°F (۱۳°C) فرمان تغییر را صادر می‌کرد. امّا اخیراً از یک کنترل کنندهٔ انتالپی استفاده می‌شود که همزمان دما و نسبت رطوبت هوای خارج را احساس می‌کند. این کنترل کننده وقتی که خصوصیات هوای خارج چنان باشد که بار سرمایی سیستم را کاهش دهد، سیگنال می‌فرستد و تنها زمانی که شرایط اقتضا نماید، فرمان تعویض کامل به سیستم صرفه‌گر (یعنی سرمایش فقط با استفاده از هوای خارج) را صادر می‌کند.

۲- یک ترموستات هوای مخلوط (MAT: Mixed Air Thermostat) دمای هوای رفت را حس کرده و دمپرها را در وضعیتی قرار می‌دهد که در نقطه میزان شده روی ترموستات، تثبیت شوند.

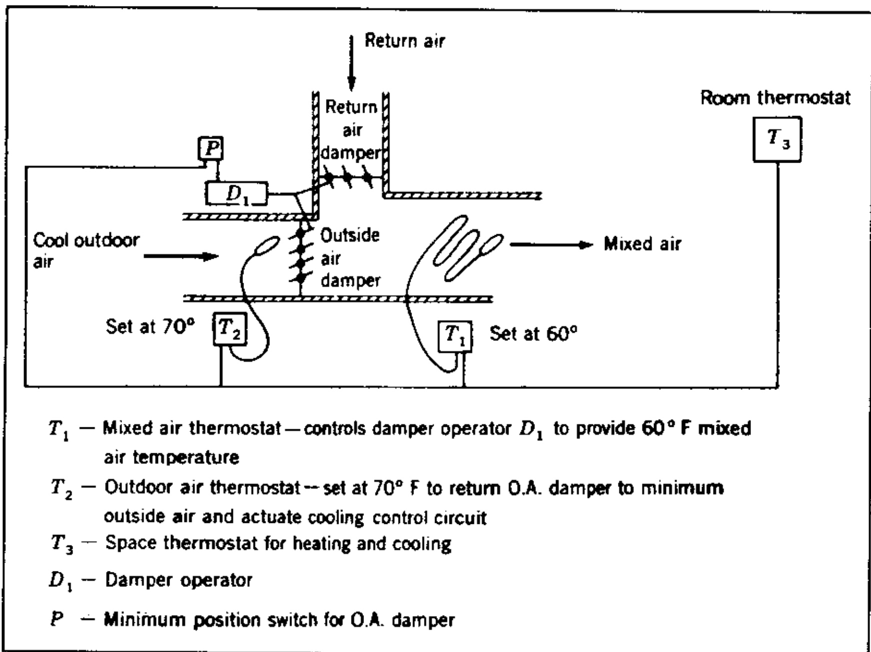
۳- سیگنال ارسالی از ترموستات هوای مخلوط، محور دمپر موتور را در یک جهت یا جهت دیگر

می‌چرخاند. وقتی وضعیت جدید دمپر از نظر ترموستات رضایتبخش باشد، دمپر موتور متوقف می‌شود.

شکل ۳۰-۱ نمونه‌ای از مدار کنترل صرفه‌گر را نشان می‌دهد.

هنگامی که سیستم در وضعیت گرمایش یا سرمایش باشد نیز سیستم کنترل صرفه‌گر، دمپر را در وضعی قرار می‌دهد که هوای خارج به مقدار مورد نیاز جهت تهویه وارد شود.

عملکرد یک صرفه‌گر به تنظیم صحیح آن و نگهداری درست انواع وسایل کنترل موجود در سیستم بستگی دارد.



شکل ۳۰-۱ : مدار کنترل یک صرفه‌گر که از هوای خارج برای سرمایش استفاده می‌کند.

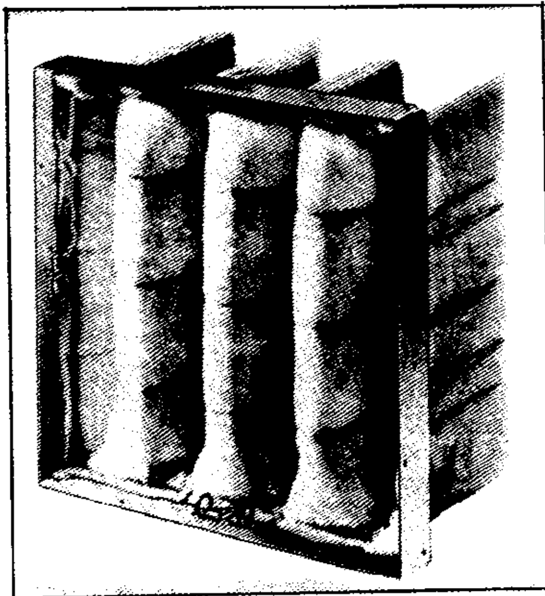
▣ فیلترها

فیلتر جسمی است ساخته شده از یک مادهٔ پر منفذ که برای جذب ذرات جامد معلق در جریان سیال در سر راه آن قرار می‌گیرد. فیلترهایی که برای تصفیهٔ هوا در سر راه جریان هوا قرار می‌گیرند به " فیلتر هـوا" موسومند؛ برای جریان آب به "فیلتر آب" و غیره. هر چه مقدار بیشتری آلودگی از جریان گرفته شود، بازده فیلتر بیشتر است. فیلترها باید مورد مراقبت قرار گرفته و منظماً به آنها رسیدگی شود.

● انواع فیلتر

فیلترها به طور کلی بر چهار نوعند :

۱ - نوع سلولی که صافی (Filtering Medium) آن پس از کثیف شدن دور انداخته شده و یک صافی تمیز جایگزین آن می‌شود. این صافی به نوع دورانداختنی (Throw-away) یا یکبار مصرف موسوم است. این صافیها از الیاف پنبه، مقوای مخصوص و پشم شیشه ساخته و در قابی کار گذاشته می‌شوند. این قابها خود در یک دستگاه تهویه (مثلاً هواساز) قرار می‌گیرند و با عبور هوا از لابلای الیاف این صافیها ذرات گـرد و غـبار جذب می‌گردند. وقتی صافی در اثر تجمع این ذرات کثیف شد، مقاومتش در مقابل جریان هوا افزایش یافته و به تدریج از حد قابل قبولی تجاوز می‌کند که در این زمان باید آن را عوض کرد. شکلهای ۳۱-۱ و ۳۲-۱



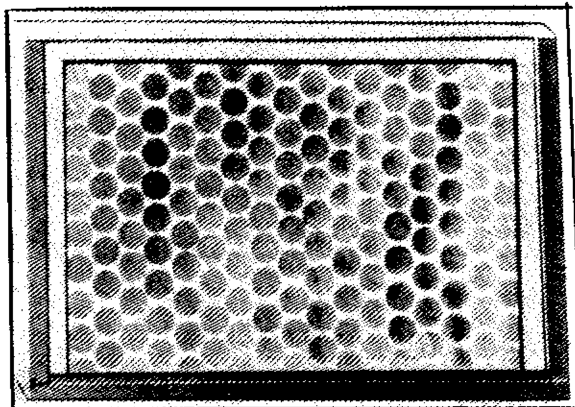
شکل ۳۱-۱ : نوعی فیلتر یک بار مصرف با طرح پاکتی

دو نمونه از این نوع فیلتر را نشان می‌دهند. همین فیلتر از جنس کاغذ، پشم فولاد و پشم برنز نیز ساخته می‌شود.

۲- نوع سلولی که صافی آن سلول به سلول قابل تمیز کردن و استفادهٔ مجدد است. این فیلتر در انواع مختلفی ساخته می‌شود. نوع متداول آن یک توری فلزی است که داخل یک قاب فلزی قرار گرفته و وقتی کثیف شد، آن را شسته و در یک روغن مناسب فرو می‌برند تا سطح آن مجدداً چسبندگی خود را برای گرفتن ذرات معلق در هوا، بازیابد. نوعی از فیلتر سلولی نیز وجود دارد که قابل شستشوی با آب است. شکل ۳۳-۱ نمونه‌ای از این فیلترهای قابل تمیز کردن را نشان می‌دهد.

۳- نوعی که مداوماً تمیز شده و توسط وسایل مکانیکی گرد و غبار جمع شده روی صافی آن زدوده می‌شود. از این فیلترها می‌توان نوع تسمه‌ای (Belt-type) روغنی را نام برد (شکل ۳۴-۱). این نوع صافی به صورت تسمه‌ای ساخته شده است که توسط یک محور افقی و موتوری که آن را می‌چرخاند، حرکت کرده و در پایین‌ترین نقطهٔ گردش در حوضچه‌ای از روغن که در زیر دستگاه قرار دارد فرو می‌رود و در نتیجه هم شسته شده و هم به روغن آغشته می‌شود. در ادامهٔ گردش از حوضچه بیرون آمده و مجدداً آمادهٔ کار تصفیهٔ هوا می‌شود. این حرکت گردشی ممکن است به وسیلهٔ یک موتور مجهز به ساعت زمان‌بندی انجام گیرد که در فاصلهٔ زمانی معین موتور را به حرکت درآورده و عمل شستشو و روغنکاری را تجدید می‌کند.

۴- فیلتر الکتروستاتیک که در آن ذرات گرد و غبار توسط جریان الکتریکی باردار شده و به وسیلهٔ صفحاتی با بار الکتریکی مخالف جذب می‌شوند. چگونگی فرایند تصفیهٔ هوا و نمونه‌ای از این فیلترها در شکلهای ۳۵-۱ و ۳۶-۱ نشان داده شده است. صفحات جذب‌کنندهٔ ذرات گرد و غبار در فواصل زمانی معین با یک لایه روغن پوشیده می‌شوند تا اطمینان حاصل گردد که ذرات به این صفحات می‌چسبند. تمیز



شکل ۳۲-۱ : فیلتر یک بار مصرف نوع کارتریج که در کوره‌ها و دستگاههای تهویه مطبوع خانگی به کار می‌رود.

کردن این صفحات نیز در فواصل زمانی معین با استفاده از آب پر فشار انجام می‌گیرد.

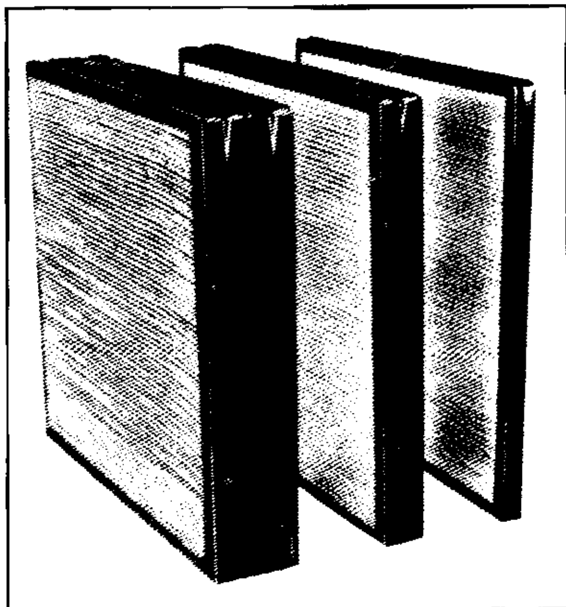
● موقع تمیزکردن

فیلترهای تجاری ظرفیت زیادی برای نگهداری ذرات دارند و برای مدتی طولانی مقدار نسبتاً ثابتی از جریان هوا را عبور می‌دهند. بعد از مدتی که فیلتر کثیف شد، مقاومت در سر راه جریان هـوا بـه سـرعت افزایش می‌یابد. با بررسی شرایط کار در فصول مختلف سال، سرعت تجمع ذرات در فیلترها معلوم خواهد شد. با این بررسیها،، باید برنامه‌ای منظم برای رسیدگی به فیلترها منظور شود. با یک فشارسنج می‌توان به فرا رسیدن زمان رسیدگی به فیلترها پی برد. فشارسنجها ممکن است به طور دائمی در قبل و بعد از فیلترها نصب شوند و یا به صورت دستی و موقت برای اندازه‌گیری فشار در خروجیها مورد استفاده قرار گیرند.

● روش تمیزکردن

○ صافیِ یکبار مصرف در صورت کثیف شدن با صافی جدیدی تعویض می‌شود. از اینرو باید صافی یدکی همواره موجود باشد.

○ در بسیاری از موارد از دو ردیف فیلتر یکبار مصرف در سر راه جریان هوا استفاده می‌شود. می‌توان جهت صرفه‌جویی در هزینه، فیلتر خروجی را به جای فیلتر ورودی (که بیشتر کثیف می‌شود) قرار داد و باز هم از آن استفاده کرد، و به جای فیلتر خروجی یک فیلتر تازه گذاشت.



شکل ۳۳-۱ : یک فیلتر نوع قابل شستشو

○ در صورت کثیف شدن کاغذِ فیلتر یکبار مصرف کاغذی در اثر تجمع گرد و غبار که موجب افزایش مقاومت آن می‌شود، باید آن را تعویض کرد.

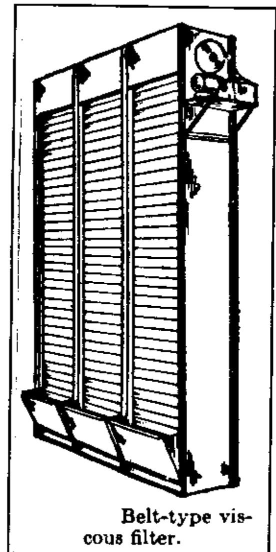
○ در تأسیساتی که از فیلتر روغنی قابل شستشو استفاده می‌شود معمولاً" لوازم یدکی سلولها و حوضچهٔ روغن قبلاً" تهیه شده و در دسترسند.

○ سلولهای کثیف باید کاملاً" با یک محلول قلیایی قوی شسته و خشک شوند. بعد در حوضچهٔ روغن غوطه‌ور شده و قبل از استفاده چند ساعت به حال خود گذاشته شوند. روغنی که در این مورد به کار می‌رود از نوع مخصوصی است و باید از خود کارخانهٔ سازندهٔ فیلتر تهیه شود.

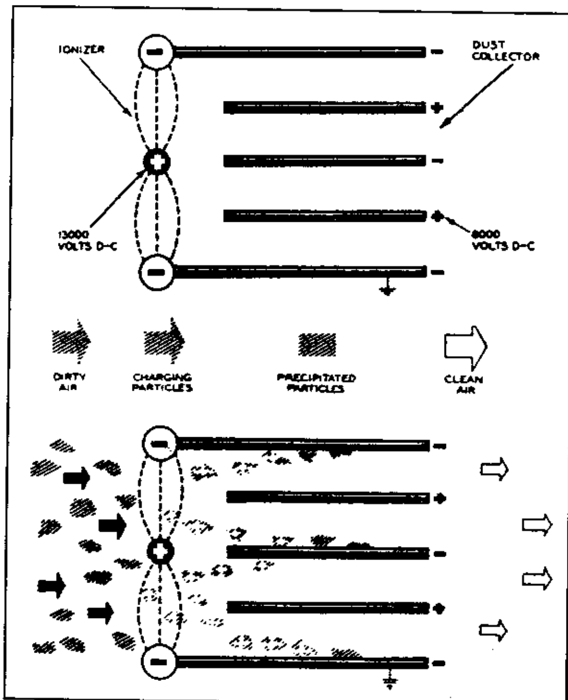
توجه : از هیچ نوع روغن روانکاری برای پوشش دادن فیلترها نباید استفاده شود.

○ فیلترهای قابل شستشو با آب باید کاملاً" طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نگهداری شوند. حصول نتیجهٔ رضایتبخش بستگی به پیروی از این دستورالعمل دارد.

○ در فیلترهای تسمه‌ای روغنی، باید لجن جمع شده در حوضچهٔ روغن طبق برنامه تخلیه گردد، موتور آن به طور سالانه روغنکاری شده و زنجیر محرّک چرخ گردش‌دهندهٔ فیلتر تا حد معین گریسکاری شود.



شکل ۳۴-۱ : فیلتر تسمه‌ای روغنی

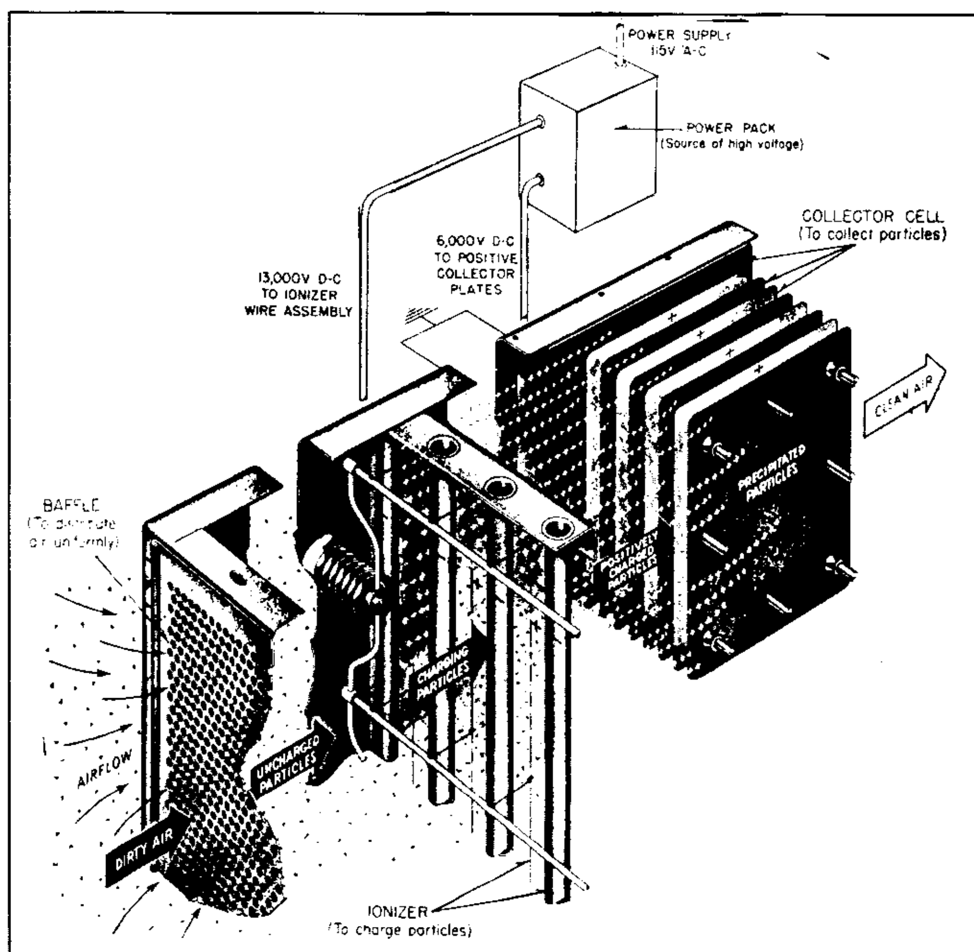


شکل ۳۵-۱ : فرایند تصفیهٔ هوا در فیلتر الکتروستاتیک

روغن فقط باید به میزان نیاز و تا آنجا که علامت راهنما نشان می‌دهد، اضافه شود. در این مورد فقط باید از روغنی که کارخانهٔ سازندهٔ فیلتر توصیه می‌کند استفاده شود.

توجه : به جای روغن کثیف شده و فرسوده نباید از روغن روانکاری استفاده کرد.

- فیلتر تسمه‌ای باید ۱۲ ساعت قبل از روشن شدن بادزن شروع به گردش کند تا فیلتر فرصت کافی برای یکبار غوطه‌وری در حوضچهٔ روغن را داشته باشد.
- فیلترهای تسمه‌ای روغنی را نباید در طول شب یا تعطیلات، از گردش بازداشت.
- فیلترهای الکتروستاتیک به تنظیم و نگهداری دقیق نیازمندند. دستورالعمل مکتوب کارخانهٔ سازنده



شکل ۳۶-۱ : نمونه‌ای از فیلترهای الکتروستاتیک

باید مو به مو اجرا شود.

○ بدون درک کامل مقتضیات نباید به تنظیم فیلتر الکتروستاتیک اقدام شود.

○ به ادوات حفاظتی از قبیل کلیدهای قطع و تنظیم دستی یا اِلمان زمانیِ روی وسایل بازگشایی درهای فیلترالکتروستاتیک، نباید دست زد. این وسایل برای حفاظت در برابر برق فشار قوی که فیلتر با آن کار می‌کند، تعبیه شده‌اند.

○ تمیزکردن فیلتر الکتروستاتیک حائز اهمیت است و معمولاً با آب انجام می‌گیرد.

● فیلترهای روغن و آب

در مدارهای گردش روغن یا آب ممکن است از فیلترهای روغن نوع چند صفحه‌ای (Multiplate type) یا نمدی (Felt-on-Wire Frame) استفاده شود.

○ نوع چند صفحه‌ای برای چرخاندن متناوب صفحات و تمیز کردن آنها، دارای یک اهرم است. شرایط هر کار فرق می‌کند و از اینرو تنها از طریق بازدید مستقیم می‌توان تناوب زمانی تمیز کردن این فیلترها را تعیین کرد. برای شروع، فیلترها باید به طور هفتگی بررسی شده و اهرم آنها چند بار چرخانده شود تا کثافات از سطح صفحات پاک و جمع‌آوری شوند. این اهرمها را نباید با ضرب و زور چرخاند، چراکه به این ترتیب صفحات صدمه دیده و فیلتر می‌شکنند. تمیز کردن باید در فواصل زمانی مناسب انجام گیرد تا برای چرخاندن اهرم به زور نیاز نباشد. اگر فیلتری آنقدر کثیف شد که برای چرخاندنش به اعمال فشار نیاز باشد، باید آن را پیاده کرده و با دست تمیز نمود.

○ از فیلتر نمدی فشنگی (Felt-Cartridge type)، مانند فیلتر روغن اتومبیل، اغلب در مدار مایعات استفاده می‌شود. باید یک فیلتر یدکی همواره در دسترس بوده و دستورالعملهای کلی دربارهٔ تمیزکاری و نگهداری این فیلترها مراعات شوند.

○ اندازهٔ بسیاری از فیلترها برای صاف کردن فقط قسمتی از مایع مدار مناسب است. امّا نتیجهٔ امر درست مثل استفاده از یک فیلتر بزرگتر است، زیرا به هر حال همهٔ مایع به تدریج از آن عبور خواهد کرد. معمولاً در چنین مواردی از شیرهای خط اصلی و شیرهای مسیر فرعی (بای پس) در مجموعه استفاده شده و فیلتر در مسیر فرعی نصب می‌گردد. اپراتور باید از محدود کردن بی‌دلیل جریان خودداری ورزد. امّا شیر خط اصلی باید آنقدر بسته شود که همان افت فشار فیلتر را (که در مسیر فرعی قرار دارد) ایجاد کند.

■ گرمکنها

● کویلهای گرمایی

تقریباً در همهٔ سیستمهای تهویه مطبوع برای گرم کردن از کویلهای سبک وزن فین‌دار (پره‌دار) استفاده می‌شود. این کویلها معمولاً در یک قاب فلزی گالوانیزه قرار می‌گیرند که می‌توان آن را در داخل دستگاه یا کانال جای داد. کویلها در اندازه‌های استاندارد و شکلهای بسیار متفاوت ساخته می‌شوند.

○ برای کاربردهای معین، کویلها باید طوری طراحی شوند که پدیدهٔ "لایه لایه شدن هوا" (Stratification) در آنها اتفاق نیافتد. "لایه لایه شدن" بدین معنی است که ممکن است بخشی از هوای عبوری از روی کویل از لایه‌های بالاتر هوا بیشتر گرم شود.

○ کویلهایی که منحصراً برای کار در دماهای بالای نقطهٔ انجماد مورد استفاده قرار می‌گیرند ممکن است از نظر ساختمانی ارزان‌تر از کویلهای طرح شده برای شرایط انجماد باشند.

کویلهای ضد انجماد (Nonfreeze Coils) تقریباً همیشه در هوای خارج به کار می‌روند. این کویلها طوری ساخته می‌شوند که چگالیده (آب حاصل از تقطیر) قبل از کاهش دما به نقطهٔ انجماد، از کویل خارج شود.

همچنین نوع دیگری از کویلهای ضد انجماد ساخته شده‌اند که از تشکیل یخ روی جدار خارجی کویل جلوگیری می‌کنند (شکل ۳۷-۱). خم U شکل این کویلها (شکل ۳۸-۱) دارای سپری است که تنش اضافی کویل را می‌گیرد. همچنان که فشار یخ بر بدنهٔ کویل افزایش می‌یابد ورق میانی این سپرها پاره می‌شود تا تنش اضافی را رها کند. تعداد ورقهای میانی که پاره می‌شوند بستگی به شدت فشار یخ دارد.

○ از آنجا که لوله‌کشی صحیح برای انتقال چگالیده به بیرون و اجتناب از هوا گرفتن کویلها حائز اهمیت است، باید نسبت به اخراج سریع چگالیده از پیش‌گرمکن توجه خاص مبذول گردد.

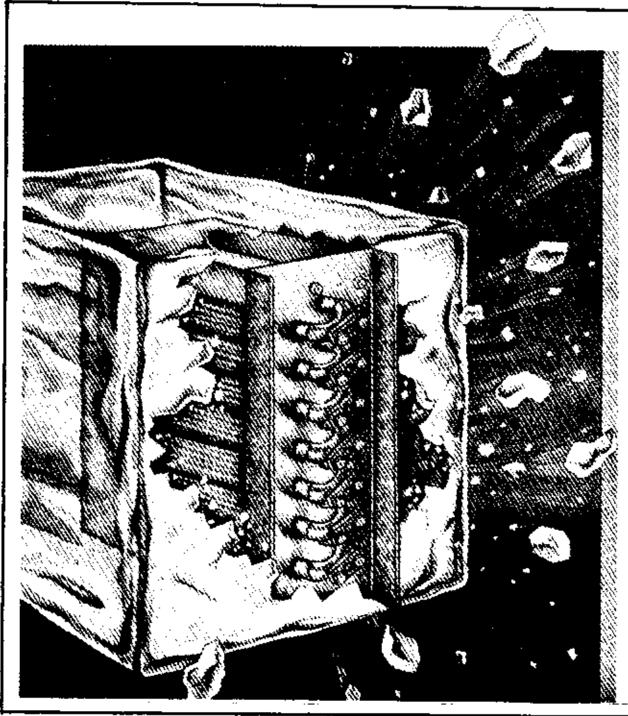
○ جایی که دما به طور خودکار کنترل می‌شود، گرمکنها معمولاً در فشارهای بخار کمتر از ۱۰ پاوند کار می‌کنند. امّا گرمکنهای سبک وزن برای بخار فشار قوی ساخته می‌شوند، مخصوصاً برای دستگاههای صنعتی که با بخار فشار قوی کار می‌کنند. این امر موجب می‌شود که گرمایش فضا مقتصدانه‌تر باشد.

○ برای جلوگیری از ایجاد تنشهای بیش از حد تحمل کویلهای جدید باید پیش‌بینیهای لازم برای پدیدهٔ انبساط صورت گیرند، و اهمیت این موضوع با بالا رفتن فشار بخار، بیشتر می‌شود.

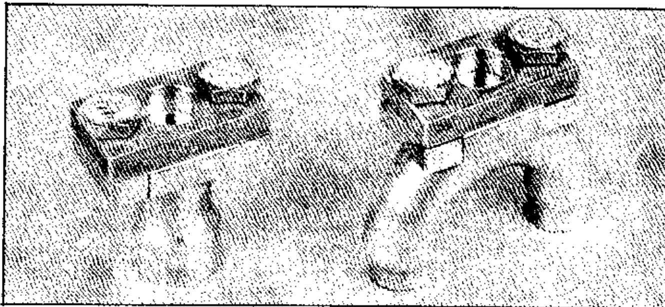
○ برای گرمکنهایی که در هوای بیرون کار می‌کنند، حتی نوع ضد انجماد، حفظ فشار بخار تحت هر شرایطی واجد اهمیت بسیار است. وقتی هوای زیر صفر بیرون، از میان کویل عبور می‌کند، حتی پنج دقیقه زمان برای پایین آمدن فشار بخار و تقطیر آن کافی است که این موجب ترکیدن لوله‌ها در گرمکن می‌شود.

● نگهداری کویل

به مبحث کویلها مراجعه کنید.



شکل ۳۷-۱ : یک نوع کویل ضد انجماد که از تشکیل یخ روی جدار خارجی‌اش ممانعت می‌شود.



شکل ۳۸-۱ : خم U شکل کویل ضد انجماد

● آبگرمکنها

معمولاً دو نوع آبگرمکن بخاری مورد استفاده قرار می‌گیرند:

○ یکی نوع پوسته و لوله‌ای است. بخار معمولاً از پوسته و آب از لوله‌ها عبور می‌کند. وقتی این گرمکنها در مدار بستهٔ آب مورد استفاده قرار می‌گیرند و آب تصفیه شده است، توجه اصلی باید معطوف نشت‌یابی و ترمیم آن باشد. وقتی آب گذر کننده از گرمکن در مدار باز مورد استفاده قرار گیرد، پیشنهاد می‌شود که در هر فصل مدار آب در گرمکن تمیز گردد.

کنترل دمای آب خروجی از این نوع گرمکن معمولاً با تنظیم دبی بخار ورودی انجام می‌گیرد. امّا در بعضی موارد ممکن است برای کنترل دمای آب، مقداری از آن را بدون ورود به گرمکن، کنارگذر (بای پاس) کنند. به هر حال شاید شرایط کار، شخص اپراتور را در گزینش نوع کنترل مورد نیاز راهنمایی کند.

○ در نوع دیگر آبگرمکن بخاری، بخار فشار ضعیف مستقیماً با آب تماس می‌یابد. نگهداری این آبگرمکن معمولی است، جز اینکه شیرهای کنترل بخار ورودی باید در شرایط مطلوب نگهداری شوند. وقتی آب در گرمکن جریان ندارد، برای اجتناب از ایجاد مدار باز در خط بخار، باید این خط بسته شود.

○ گرمکنهای الکتریکی برای گرم کردن هوا یا آب طراحی می‌شوند. در هر دو مورد باید قبل از برقراری جریان برق، جریان آب برقرار شده باشد.

○ در مورد گرمکنهای هوا لازم است قبل از روشن شدن گرمکن، جریان هوا برقرار شده باشد، که این امر معمولاً با همبند کردن (Interlock) موتور بادزن و مدار برق گرمکن انجام می‌گیرد.

○ نگهداری شامل تمیز کردن اِلمانهای گرمکن، مراقبت از اتصالات و قطعات رله که در وضعیت خوبی باشند، و تعویض اِلمانهای سوخته است.

○ ظرفیت یک گرمکن تابعی از ولتاژ است. ولتاژ بالا موجب سوختن فیوز یا خاموش شدن دستگاه توسط کلید حدّ دمای بالا می‌شود. ولتاژ پایین ظرفیت دستگاه را کاهش می‌دهد.

○ آبگرمکنهای الکتریکی معمولاً دارای اِلمان مستغرق می‌باشند. گاهی کنترل گرمکن را می‌توان به طور الکتریکی با پمپ گردش آب همبند کرد. در موارد دیگر، ممکن است لازم باشد برای کنترل جریان برق ورودی به گرمکن از کلید مجهز به شناور استفاده شود.

○ کنترلهای تمام گرمکنها باید هر سه ماه یک بار از نظر نحوهٔ عملکرد و تنظیمات مورد بررسی قرار گیرند.

■ پمپهای گرما

پمپ گرمایی یک سیستم قابل تبدیل گرمایشی-سرمایشی است. در یک سیکل معمولی تبرید با استفاده از یک شیر چهار راههٔ (Four-Way Valve) مخصوص، به اقتضای فصل اواپراتور به کندانسور و بالعکس تبدیل می‌شوند (شکل ۳۹-۱). بنابراین روش نگهداری همانی است که قبلاً دربارهٔ کمپرسور، کندانسور، و کویلها ذکر شد.

○ بازرسی دوره‌ای و نگهداری صحیح، کارکرد طولانی و بدون اشکال پمپ گرمایی را تضمین می‌کنند. ذیلاً چند توصیه در این مورد ذکر می‌شوند :

۱- مهم‌ترین کار در امر نگهداری، بازرسی منظم کویلی است که در هوای آزاد قرار می‌گیرد. چون رطوبت هوای سردی که از روی کویل عبور می‌کند توسط آن جذب می‌شود، مقدار زیادی برفک روی کویل ایجاد می‌گردد. این برفک با تبدیل منظم مدار سیکل تبرید و عبور گاز داغ مبرّد از کویل، بر طرف می‌شود. باید مراقبت شود که عمل برفک‌زدایی (Defrost) به سرعت و به طور مؤثر انجام گیرد. برفک‌زدایی ضعیف ممکن است ناشی از عیب یا خرابی یکی از این عوامل باشد : تایمر، ترموستات برفک‌زدایی (Thermostat Defrost)، شیر تبدیل سیکل تبرید، رلهٔ برفک زدایی، یا تأثیر باد.

۲- شیر یکطرفه‌ای (Check Valve) که معمولاً در سیستم پمپ گرمایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، وقتی جریان در یک جهت باشد، مبرّد را به زور از شیر انبساط عبور می‌دهد، و زمانی که جریان در جهت مخالف است، مبرّد را از خط کنارگذر (بای پاس) شیر انبساط عبور می‌دهد. یک نشت ناچیز در شیر یکطرفه سبب افت دما در آن می‌شود.

○ چنانچه شیر در حالت باز گیر کند و بسته نشود، مبرّد به کمپرسور باز می‌گردد و نتیجهٔ آن بالا رفتن فشار معکوس است.

○ اگر شیر در حالت بسته گیر کند و باز نشود، موجب باقی ماندن مبرّد در کویل کندانسور می‌شود که نتیجه آن افزایش فشار خروجی و کاهش فشار مکش است.

○ قبل از تعویض شیر یکطرفه باید پمپ گرمایی را تخلیه کرد.

۳- شیر تبدیل (Reversing Valve) یک شیر مغناطیس چهار راهه است که وقتی از کویل مغناطیسی آن برق عبور کند جریان گاز را از کویلهای واقع در داخل و خارج ساختمان معکوس می‌کند. از شیر در وضعیت "گرما" جریان برق عبور می‌کند و در وضعیت "سرما" برقش قطع است.

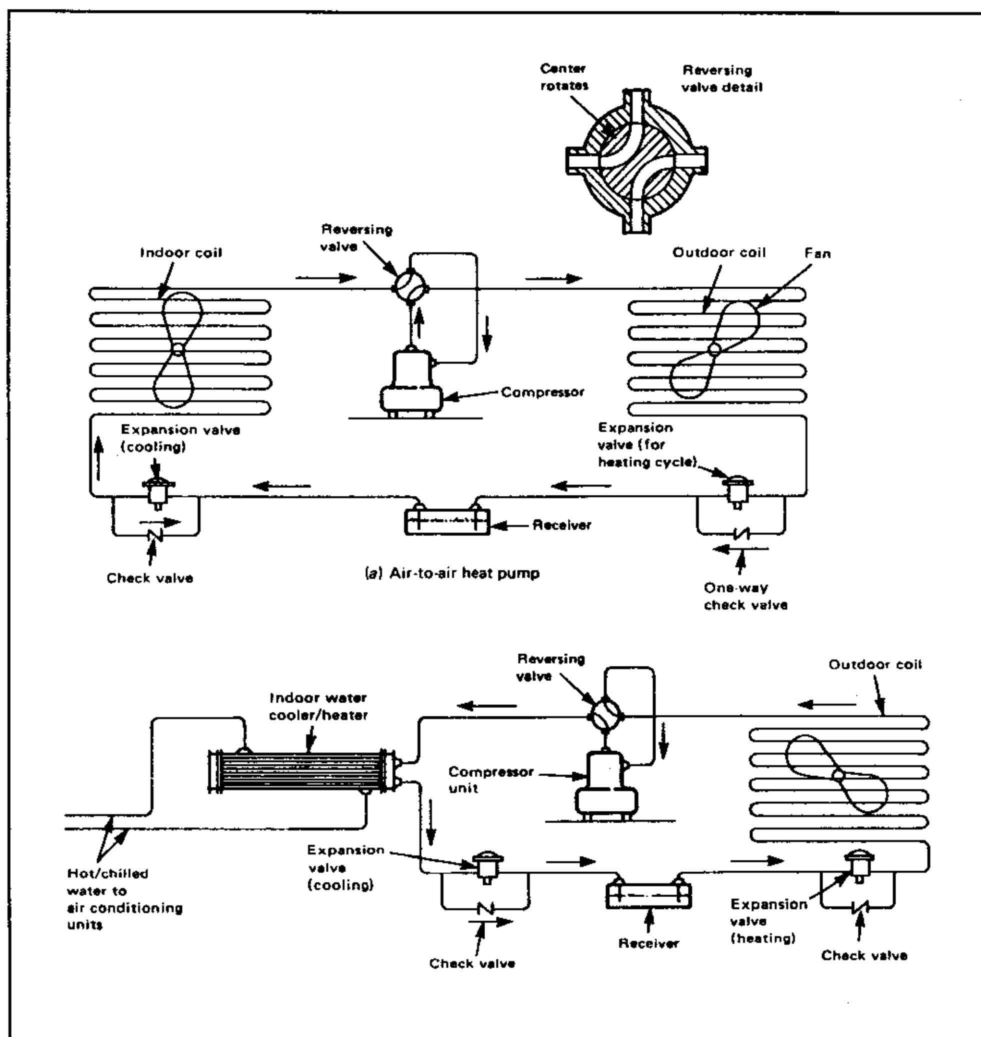
○ یک کویل مغناطیسی معیوب سبب می‌شود که شیر عمل نکند و در وضعیت "سرما" قرار گیرد. شیر

خراب باید عوض شود و قابل تعمیر نیست.

۴- تعویض فیلتر هوا با یک فیلتر نو با همان اندازه، چنانچه حداقل سالی چهار بار صورت بگیرد، حداکثر بازده و گردش هوا را تضمین می‌کند.

○ بازدید فیلترها هر دو ماه یکبار یا در فواصل زمانی لازم باید انجام گیرد.

○ اگر فیلترها زیاد کثیف نشده‌اند می‌توان آنها را با جارو برقی یا تکاندن تمیز کرد. بعد باید فیلترها طوری سر جای خود نصب شوند که سمت کثیف‌تر آنها رو به جریان هوای برگشت باشد. این فیلترها در



شکل ۳۹-۱ : شماتیک سیستم پمپ گرما

مسیر هوای برگشت نصب می‌شوند.

۵- سطح کویلهای داخل و خارج ساختمان باید بازرسی شوند. در صورتی که کثیف باشند می‌توان کثافات روی سطوح را با برس و کثافات بین فینها را با جارو برقی تمیز کرد.

○ کویلهای بیرونی را می‌توان با آب، هوای پر فشار و یا برس زدن تمیز کرد.

۶- باید لوله‌کشی مبرّد برای یافتن نشت بازدید شود.

○ از طریق بازرسی اطمینان حاصل گردد که لوله‌ها هیچ ارتعاش و لرزشی که موجب سایش سطح آنها می‌شود، نداشته باشند.

۷- لولهٔ تخلیه چگالیدهٔ کویل داخل ساختمان بازدید و تمیز شود.

۸- تمام سیم‌کشیها از نظر فساد و همهٔ اتصالات الکتریکی از جهت استحکام و خوردگی بازرسی شوند.

۹- تسمهٔ محرّک بادزن در قسمت داخلی پمپ گرمایی بررسی شده و سفتی آن به اندازهٔ مناسب تنظیم شود.

۱۰- چگونگی نصب قسمتهای داخلی و بیرونی دستگاه بررسی شود.

۱۱- ترموستات برفک زدایی از نظر صحت، استحکام و تمیزی اتصال به لوله بررسی شود.

۱۲- اتصالات الکتریکی گرمکنهای کارتر روغن (Crankcase) هنگامی که برق در آنها جریان دارد مورد بررسی قرار گیرند.

▣ رطوبت‌زنها و رطوبت‌گیرها

رطوبت‌زنها و رطوبت‌گیرها میزان رطوبت هوا را کنترل می‌کنند. این واحدها از نظر شکل ظاهر شبیه هم هستند امّا به لحاظ مقدار پاشش آب، سرعت هوا و سایر جزئیات متفاوتند.

انواع زیادی از رطوبت‌زنها موجودند که کار رطوبت زنی (و سرمایش تبخیری) را انجام می‌دهند :

۱- آبفشان در دستگاه هواساز مرکزی؛

۲- آبفشان در خروجی کانال هوا از طریق سرهای آبپاش؛

۳- وسایلی که در فضای مورد تهویه قرار می‌گیرند و آب را به صورت پودر به فضا می‌زنند؛

۴- پاشش بخار؛

۵- تشتهای آب با کویل بخار یا گرمکن برقی؛

۶- هر گونه دیگری از پاشش آب (یا آبفشان و کویل)

شکل ۴۰-۱ چند نوع رطوبت‌زن را نشان می‌دهد.

رطوبت‌گیرها نیز در چهار نوع کلی موجودند :

۱- کویل (شکل a-۴۱-۱)

۲- آبفشان (شکل b-۴۱-۱)

۳- کویل و آبفشان

۴- شیمیایی

شکل ۴۲-۱ یک نوع رطوبت‌گیر شیمیایی جذبی موسوم به "لانه زنبوری" (Honeycomb) را نشان می‌دهد. چرخ لانه زنبوری از مواد جاذب‌الرطوبه ساخته شده است.

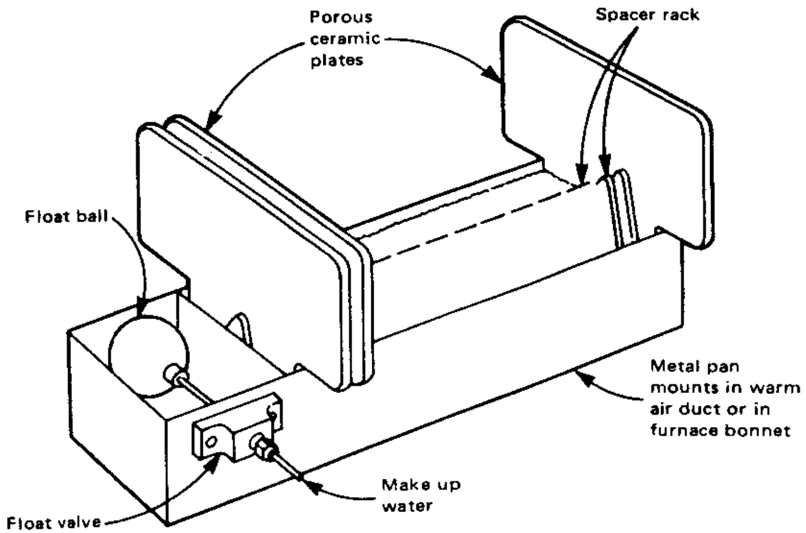
رطوبت‌گیری با سرد کردن هوا تا زیر دمای نقطهٔ شبنم (شکل ۴۲-۱) یا جذب رطوبت هوا توسط مواد شیمیایی صورت می‌گیرد. برای کاهش هزینه‌ها و برقراری حداکثر بازده، باید طبق روشهای زیر عمل کرد :

● نظافت و تمیزکاری

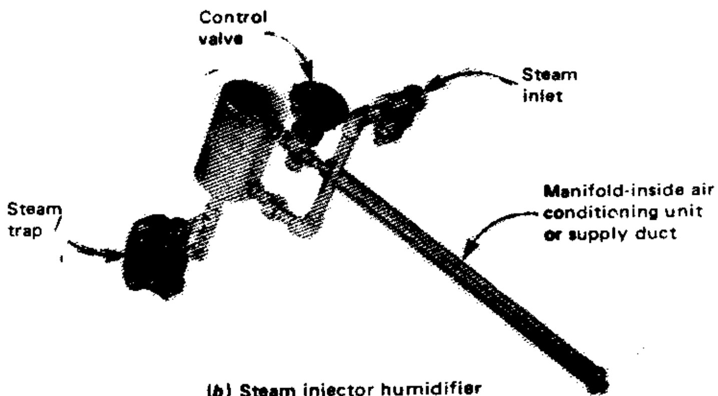
باید گرد و غبار و کثافات مطابق زمان‌بندی معین از روی دمپرهای هوا، اجزاء بادزن، محفظه پاشش آب و دیفیوزر، کنترلها، صافیها و قطره‌گیرها پاک شوند (شکل ۴۳-۱).

○ قطره‌گیرها با آب یا بخار پر فشار تمیز می‌شوند. می‌توان برای پاک کردن کثافات باقیمانده از برس سیمی استفاده کرد.

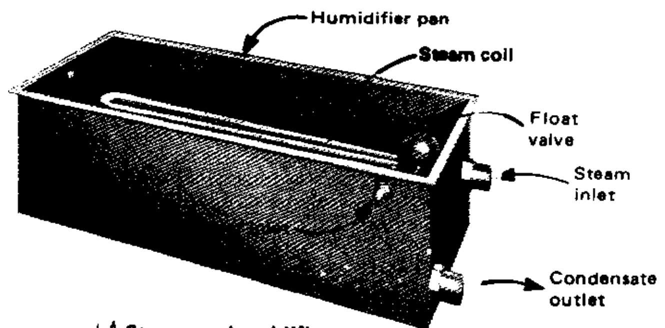
○ تمام اجزاء دستگاه باید از نظر زنگ‌زدگی و خوردگی بازرسی و عنداللزوم تمیز شوند.



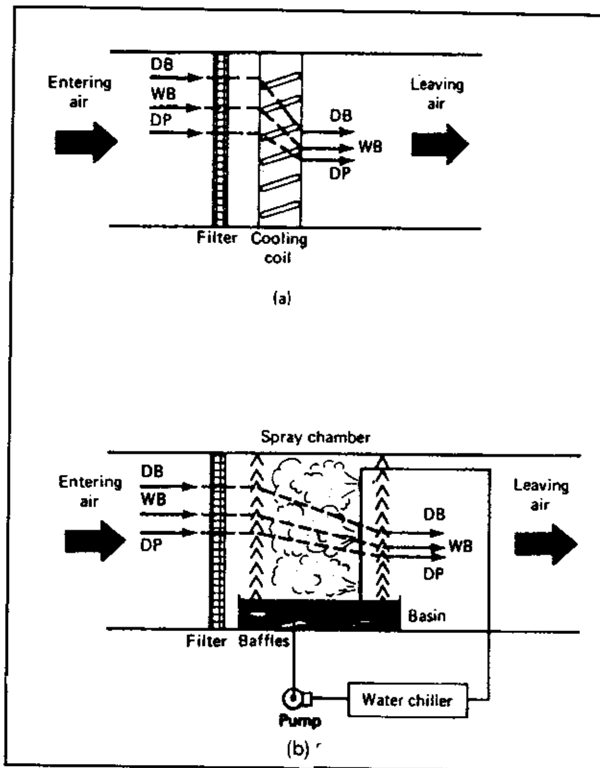
(a) Evaporative surface humidifier



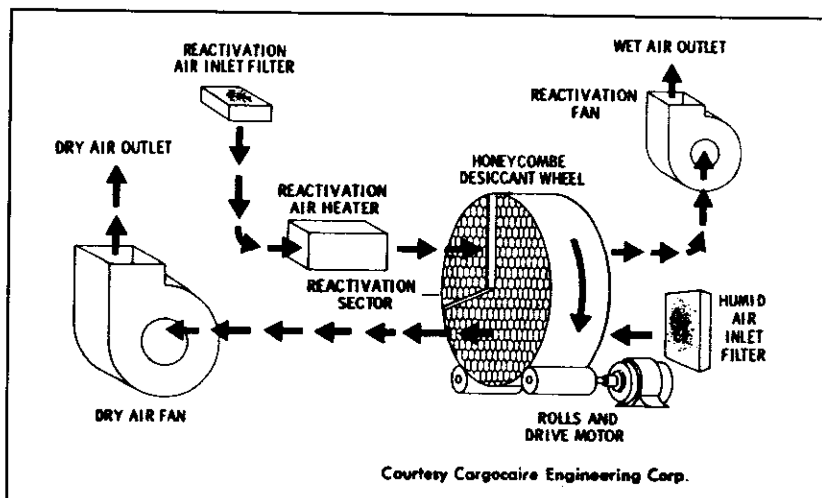
(b) Steam injector humidifier



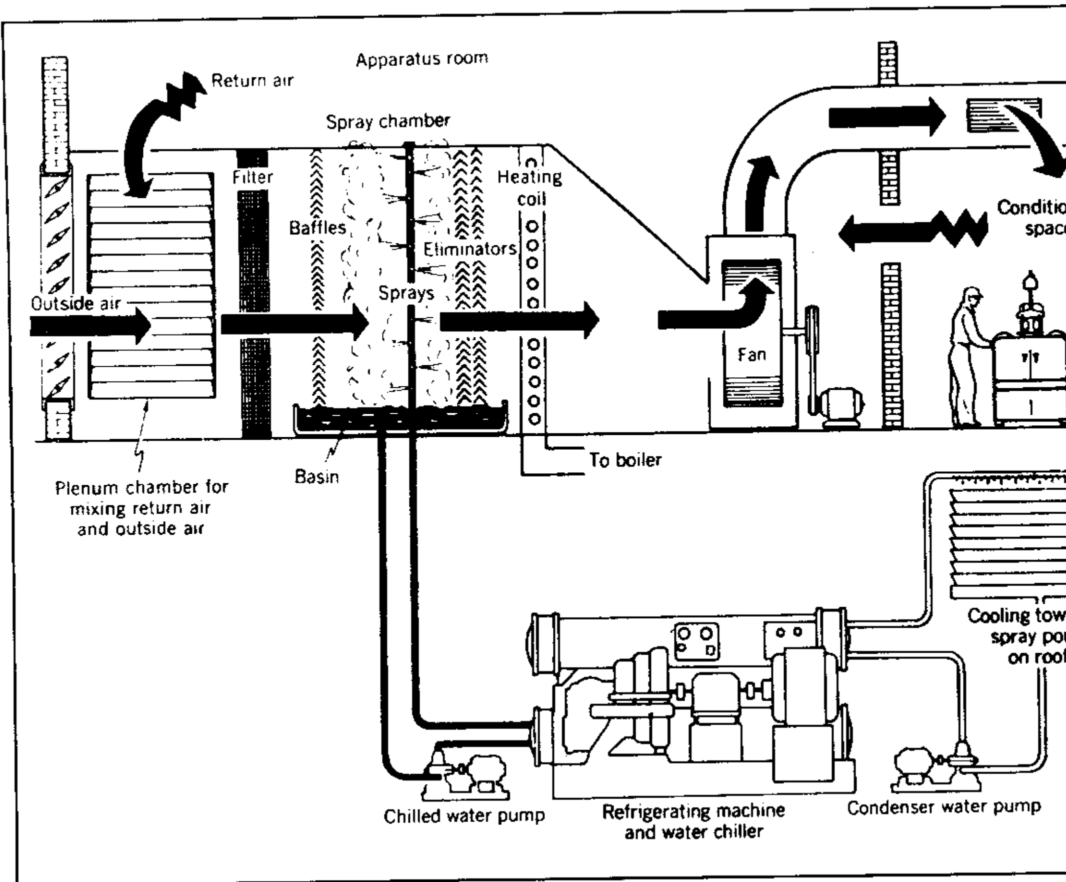
(c) Steam pan humidifier



شکل ۱-۴۱ : *فرایند رطوبت‌گیری توسط کویل* (a) *و آبفشان* (b) *؛ به تغییرات دمای خشک* (DB: Dry Bulb)*، دمای مرطوب* (WB: Wet Bulb) *و دمای شبنم هوا* (DP: Dew Point) *درگذر از کویل و محفظهٔ پاشش توجه کنید.*



شکل ۱-۴۲ : *اجزاء متشکلهٔ رطوبت‌گیر نوع لانه زنبوری*



شکل ۴۳-۱ : نمودار یک سیستم هواساز با سیستم رطوبت‌گیری از نوع پاششی (Spray)؛ به طوری که ملاحظه می‌شود آب سرد با دمایی پایین‌تر از نقطهٔ شبنم هوای مورد تهویه، توسط دستگاه چیلر تهیه شده و به وسیلهٔ پمپ آب سرد (Chilled Water Pump) به محفظه پاشش (Spray Chamber) هواساز ارسال و به هوای جریان افشانده شده و بدین ترتیب رطوبت اضافی هوا به میزان لازم از آن گرفته می‌شود. وجود قطره‌گیرها (Eliminators) از رانش ذرات آب توسط هوای جریانی جلوگیری می‌کند. چون در این فرایند هوا تا حدودی سرد می‌شود، کویل گرمایی (Heating Coil) که پس از محفظهٔ پاشش قرار دارد، هوا را تا حد مطلوب گرم می‌کند.

○ سطح کویلهای باز گرمایش و کانالهای ارسال هوا باید بازرسی و تمیز شوند.

● روانکاری

یاتاقانهای بادزن و موتور باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده روانکاری شوند.

● نگهداری کلّی

○ موتور بادزن باید هر چند وقت یکبار (طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده) برای بازرسی یاتاقانهای موتور پایین آورده شود.

○ فواصل تیغه‌های بادزن باید تنظیم شوند.

○ سراسر دستگاه باید بازرسی شود تا اگر اتصالی شُل شده باشد، محکم شود.

○ دستگاه باید از نظر "رانش ذرات آب به بیرون" (Carry-Over) بررسی شود. محدود کردن رانش ذرات آب توسط جریان هوا را می‌توان با تنظیم فواصل تیغه‌های قطره‌گیر، اصلاح وضعیت دمپر، یا تغییر سرعت هوا انجام داد.

■ واحدهای پشت‌بامی

واحدهای پشت بامی دستگاههای سرمایش الکتریکی و گرمایش گازی هستند که برای نصب روی پشت بام طراحی شده‌اند (شکل ۴۴-۱) در صورت امکان، بهتر است برای امر بازرسی و تـمیزکاری قسـمتهای گرمایی و سرمایی آن به دستورالعمل کارخانهٔ سازنده مراجعه شود. کار نگهداری شامل موارد زیر است :

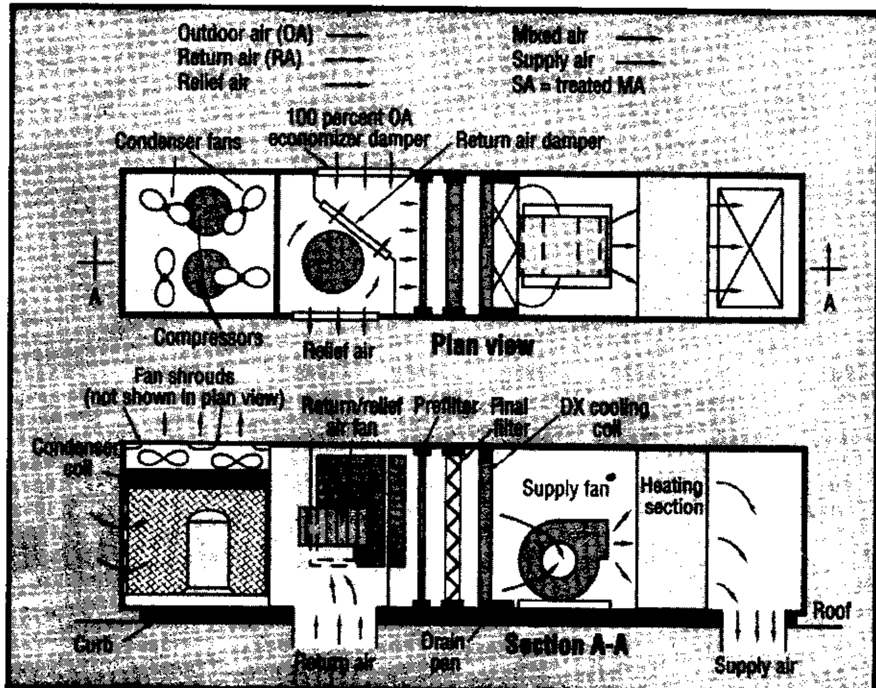
● بازرسی

○ قسمتهای گرمایی و سرمایی باید به طور منظم در فواصل زمانی معین وارسی شوند. اینکه فواصل زمانی چقدر باشد بستگی به کاربرد و محل نصب دستگاه دارد.

○ ترموستات باید در فواصل زمانی معین امتحان شود.

○ کندانسور، اواپراتور و فیلترها باید قبل از شروع فصل گرم بازدید و در فواصل زمانی معین در طول فصل بازرسی شوند. این فواصل زمانی بستگی به شرایط کار دارند.

○ کویلها و فیلترها باید از نظر صدمات فیزیکی و چگونگی جریان هوا بازرسی شوند.



شکل ۴۴-۱ : *یک واحد پکیج پشت‌بامی هواخنک با سیستم انبساط مستقیم* (DX)

○ بادزنهای کندانسور و اواپراتور باید از نظر خمیدگی تیغه‌ها، تراز بودن و فواصل آنها، با وسایل مخصوص بازرسی شوند.

○ تسمهٔ محرّک (Belt Drive) (در صورتی که از این نوع محرّک استفاده می‌شود) باید از نظر فرسودگی، کشش و تراز بودن پولی بازرسی شود.

○ آزمایش شدت جریان و ولتاژ موتور باید انجام شود.

○ لرزه‌گیر و پایهٔ موتور باید از نظر استحکام و سلامت عایق بازرسی شوند.

○ فرسودگی یاتاقانهای بادزن و موتور ممکن است با آمپرسنجی و گوش دادن به کار دستگاه یا چرخاندن با دست (وقتی دستگاه خاموش است) معلوم گردد.

○ پانلها و شبکهٔ کانال باید از نظر وجود نشت بازرسی شوند.

○ سینی چگالیده (آبچکه) و خط تخلیهٔ چگالیده باید بازرسی شوند که گرفتگی نداشته باشند.

○ شیشهٔ رؤیت (سایت گلاس: Sight Glass) و رطوبت‌نما (Moisture Indicator) باید وارسی شوند.

○ در صورت امکان ادوات سنجش در سمتهای مکش و دهش هنگام کار دستگاه، بازخوانی شده و ارقام قرائت شده با داده‌های کارخانهٔ سازنده مقایسه شوند.

○ انجام بازرسی پیش از فرا رسیدن فصل سرد و در طول این فصل ضروری است. مضاف بر اقلامی که در مورد قسمتهای سرمایی دستگاه ذکر شد، اجزاء سیستم گرمایی آن نیز باید بازرسی شوند:

○ محفظهٔ احتراق (و بادزن در صورت وجود)، اریفیسها (Orifices)، پیلوت (Pilot)، مشعلهای اصلی، مبدلهای حرارتی، و دودکشها باید از نظر کثیف بودن، دوده گرفتن، وجود عیب یا خرابی، و تنظیم بودن مورد بازرسی قرار گیرند.

○ عملکرد پیلوت خودکار، شیرهای گاز، رگولاتور فشار، و سایر وسایل کنترل گرمایش (کلید فشار هوا، صددرصد بسته بودن شیرها، کنترلهای بادزن و کنترل حدّ و غیره) باید مورد وارسی قرار گیرد.

○ تراز بودن مشعل با دودکشهای مبدّل حرارتی باید بررسی شود.

○ چگونگی اشتعال از نظر صحیح بودن مخلوط سوخت و هوا بررسی شود.

● نظافت و تمیزکاری

○ اجزاء دستگاه باید در شروع فصلهای گرم و سرد و همچنین در طول این فصول در زمانهای معین تمیز شوند تا از کارایی آنها اطمینان حاصل گردد.

○ کویلهای کندانسور و اواپراتور باید در شروع فصل گرم و در فواصل زمانی معین در طول فصل، تمیز شوند. طول این فواصل زمانی بستگی به کاربرد و محل نصب تأسیسات دارد.

○ کویل اواپراتور باید در شروع فصل سرد نیز تمیز شود.

○ کثافات گرفته شده از هوا را می‌توان از توری واقع در ورودی هوا، سطح کویل، و چرخ بادزن و پوستهٔ آن با استفاده از برس یا جارو برقی تمیز کرد. برای این کار ممکن است از هوای پر فشار یا گاز مبرّد استفاده شود.

○ موتور کندانسوری که در داخل ساختمان نصب می‌گردد باید از هر گونه آلودگی سطحی پاک شده و سوراخهای تهویه نیز با هوای پر فشار یا جارو برقی تمیز شوند.

○ فیلترهای سرعت بالا که قابل تمیز شدن هستند را باید در شروع فصول گرم و سرد و نیز در طول این فصلها حداقل یکبار از جایشان بیرون آورد و تمیز کرد. بازرسی دوره‌ای ممکن است بر لزوم افزایش دفعات تمیز کردن دلالت کند.

○ کثافات جمع شده در فیلتر را می‌توان با آب یا بخار پر فشار تمیز کرد.

○ چنانچه کثافات به سختی چسبیده باشند، باید فیلتر را در محلول صابون ملایم یا مادهٔ پاک کننده غوطه‌ور ساخت (در این مورد به دستورالعمل کارخانهٔ سازنده مراجعه شود). پس از خشک کردن فیلتر باید آن را به یک مادهٔ چسبندهٔ قابل انحلال در آب که توسط کارخانهٔ سازندهٔ فیلتر توصیه شده، آغشته کرد. بعد مادهٔ چسبندهٔ اضافی را پاک کرده و فیلتر را مجدداً سر جایش قرار داد.

○ فیلترهای یکبار مصرف را هرگز نباید بیش از یکبار تمیز کرد، آن هم با تکاندن آرام یا جارو برقی. بعد فیلتر را باید چنان سر جایش گذاشت که سمت کثیف آن رو به جریان هوا باشد.

○ خطوط تخلیهٔ چگالیده و سینی چگالیده (آبچکه) را باید در شروع فصل گرم و بر حسب لزوم در دفعات بیشتری تمیز کرد.

○ در فصل سرد باید مراقب بود که خط چگالیده کاملا" تخلیه شده و آبی در آن باقی نماند که یخ بزند. باید خط چگالیده را با خشک کردن کامل یا با استفاده از ضد یخ محافظت کرد.

○ باید محفظهٔ احتراق، پیلوت، مشعلهای اصلی، و عنداللزوم دودکش را تمیز کرد. برای تمیز کردن اجزاء قسمت گرمایی دستگاه ترجیحاً به دستورالعمل کارخانهٔ سازنده مراجعه شود.

● روانکاری

موتورها و یاتاقانها را باید بر حسب کاربرد، در فواصل زمانی معین طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده روانکاری کرد.

▣ واحدهای تهویه مطبوع اتاقی (کولر گازی)

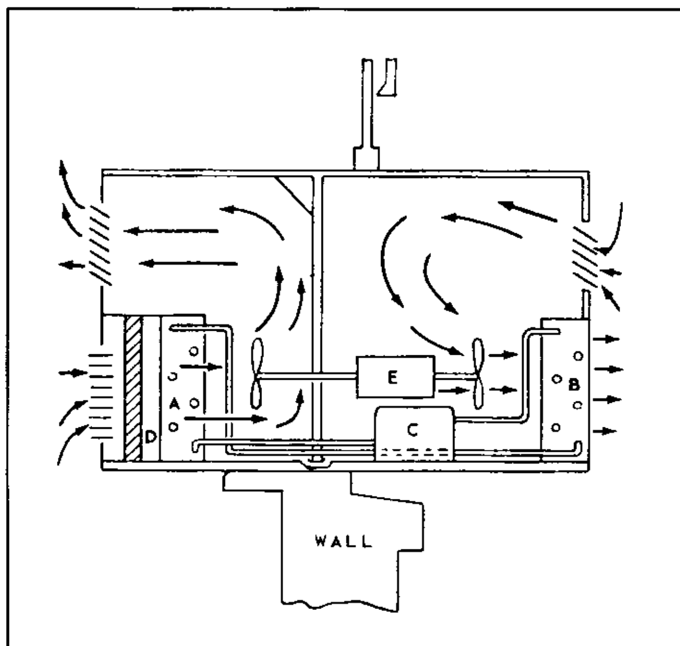
کولر گازی دستگاهی یکپارچه است که مخصوصاً برای اتاق یا جاهای کوچکی مثل آن طراحی شده است. این دستگاه از دو نقطه نظر از سایر دستگاههای تهویه مطبوع متمایز است؛ اولاً در زمرهٔ دستگاههای الکتریکی طبقه‌بندی می‌شود، و ثانیاً شمار زیادی از کارخانجات آن را تولید و عرضه می‌کنند (شکلهای ۴۵-۱ و ۴۶-۱).

● گونه‌ها

عمومی‌ترین نوع واحدهای تهویه مطبوع اتاقی، گونه‌ای است که کندانسور هوایی دارد. از آنجا که خنک شدن این کندانسور مستلزم ارتباط آزاد با هواست، معمول‌ترین محل نصب آن روی کف قرنیز پنجره است. مدلهای دیگری هم که روی کف یا کنسول (Console) نصب می‌شوند، توسط بعضی کارخانجات ساخته شده‌اند.

● کاربرد

برای انتخاب یک دستگاه تهویه مطبوع اتاقی باید تمام عناصر بار سرمایی تابستانی منظور گردند.



شکل ۴۵-۱ : *کولر گازی به طور شماتیک : a-اواپراتور، b- کندانسور، c-موتور-کمپرسور d-صافی، e-موتور بادزن*

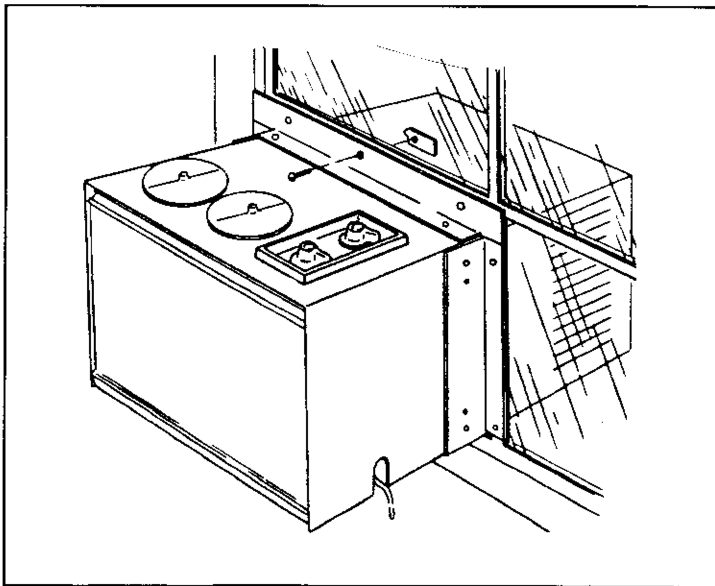
دستگاهی که در یک اتاق بسیار بزرگ یا اتاقی با بار سرمایی بیش از ظرفیت سرمایی دستگاه نصب می‌شود، کاملاً غیر مؤثر خواهد بود.

این دستگاهها چنان طراحی شده‌اند که در شرایط آسایش معمولی، بین قسمتهای اواپراتور و کندانسور دستگاه، تعادل برقرار باشد.

○ حتی در شرایط هوای معتدل نباید انتظار داشت که دمای اتاق از حد دمای آسایش کمتر شود. همچنین، از آنجا که طراحی این دستگاهها بر اساس شرایطی صورت می‌گیرد که عمومیت بیشتری دارد، باید حداکثر دمای محیط خارج در محاسبات منظور گردد. ضروری است که ولتاژ مورد نیاز دستگاه موجود باشد.

○ تقریباً بدون استثنا سیم‌کشی و امکانات برقی موجود در ساختمانها برای بیش از یک یا دو واحد تهویه مطبوع اتاقی کفایت نمی‌کنند.

○ وجود منفذ در محیط اطراف دستگاه یا هر نقطه دیگری در اتاق، جداً روی بازده آن تأثیر می‌گذارد. بنابراین، باید منافذ اطراف محل نصب دستگاه در دیوار کاملاً و به طور تمیزی گرفته و هوابندی شوند (شکل ۴۷-۱).



شکل ۴۶-۱ : چگونگی نصب کولر گازی روی پنجره

● نگهداری

○ جریان هوای آزاد در دستگاه نباید مختل شود.

○ در طول فصل کار دستگاه باید فیلترها و کویلهای آن تمیز نگهداشته شوند.

○ شارژ گاز مبرّد به دستگاه اهمیت اساسی دارد.

○ در هر فصل باید آزمایش نشت به دقت انجام گیرد.

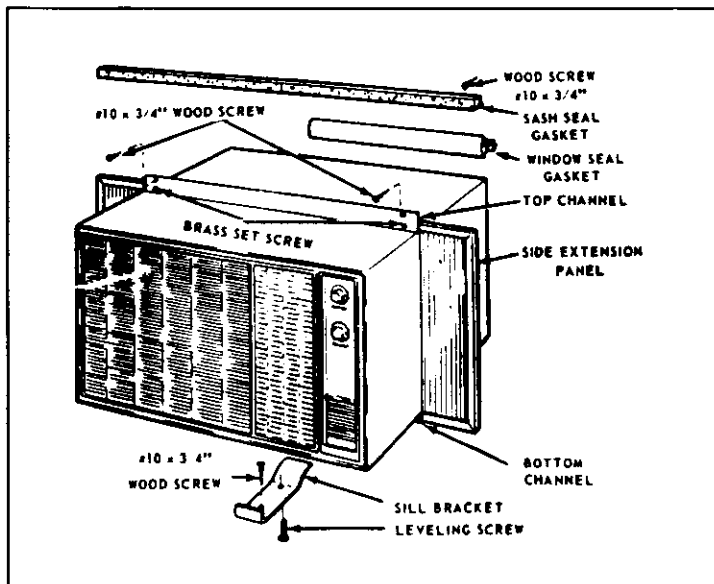
○ سینی چگالیده (آبچکه)، کویلها و تیغه‌های بادزن باید در هر فصل تمیز شوند.

○ کابل و اتصالات برق دستگاه باید آزمایش شوند.

○ اگر دستگاه به گرمکنهای تسمه‌ای (Strip Heaters) مجهز باشد، باید ولتاژ در محدودهٔ تعیین شده توسط کارخانهٔ سازنده باشد تا دستگاه درست کار کند.

● دستورالعمل دربارهٔ جزئیات

○ کارخانجات سازنده دفترچه‌هایی را همراه دستگاه به خریدار می‌دهند که حاوی راهنماییهایی دربارهٔ جزئیات دستگاه است و باید طبق آن عمل کرد.



شکل ۴۷-۱ : کولر گازی و وسایل لازم برای درزبندی محل نصب آن روی پنجره

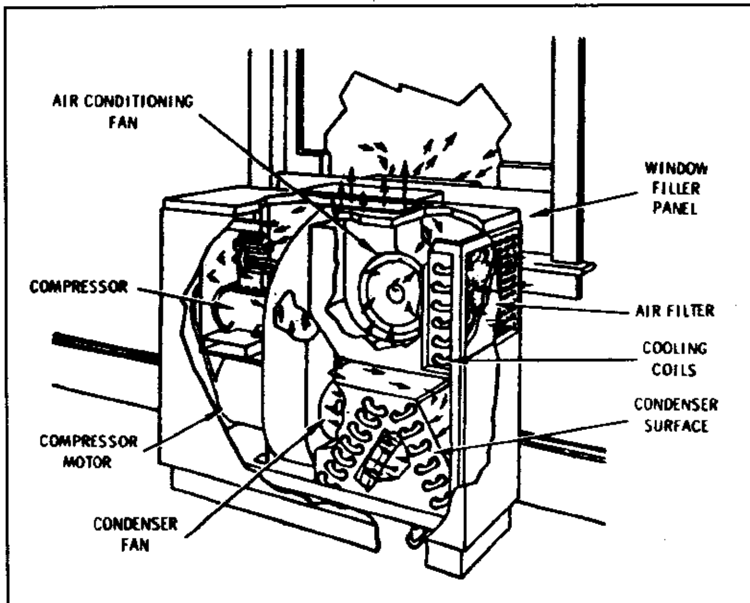
■ دستگاههای خودکفا

دستگاههای خودکفا یا واحدهای پکیج تهویه مطبوع نوعی از دستگاههای یکپارچه هستند. برخی فقط برای سرمایش تابستانی و بعضی برای سرمایش تابستانی و گرمایش زمستانی ساخته شده‌اند، که این نـوع اخیر در منازل مسکونی کاربرد وسیعی دارد،امّا ممکن است برای دفاتر، مغازه‌ها، انبارها و موارد دیگر نیز مناسب باشد.

این دستگاهها در دو نوع؛ با کندانسور هوایی یا کندانسور آبی ساخته می‌شوند. معمولاً" کندانسورهای هوایی در دستگاههای با ظرفیت بیش از ۶۰ تن تبرید به کار نمی‌روند. امّا کندانسورهای آبی در دستگاههای تا ۱۲۰ تن نیز به کار می‌روند. آب خنک‌کننده کندانسورها ممکن است توسط برج خنک‌کن یا منابع دیگری مثل آب شهر تأمین شود.

● کاربرد

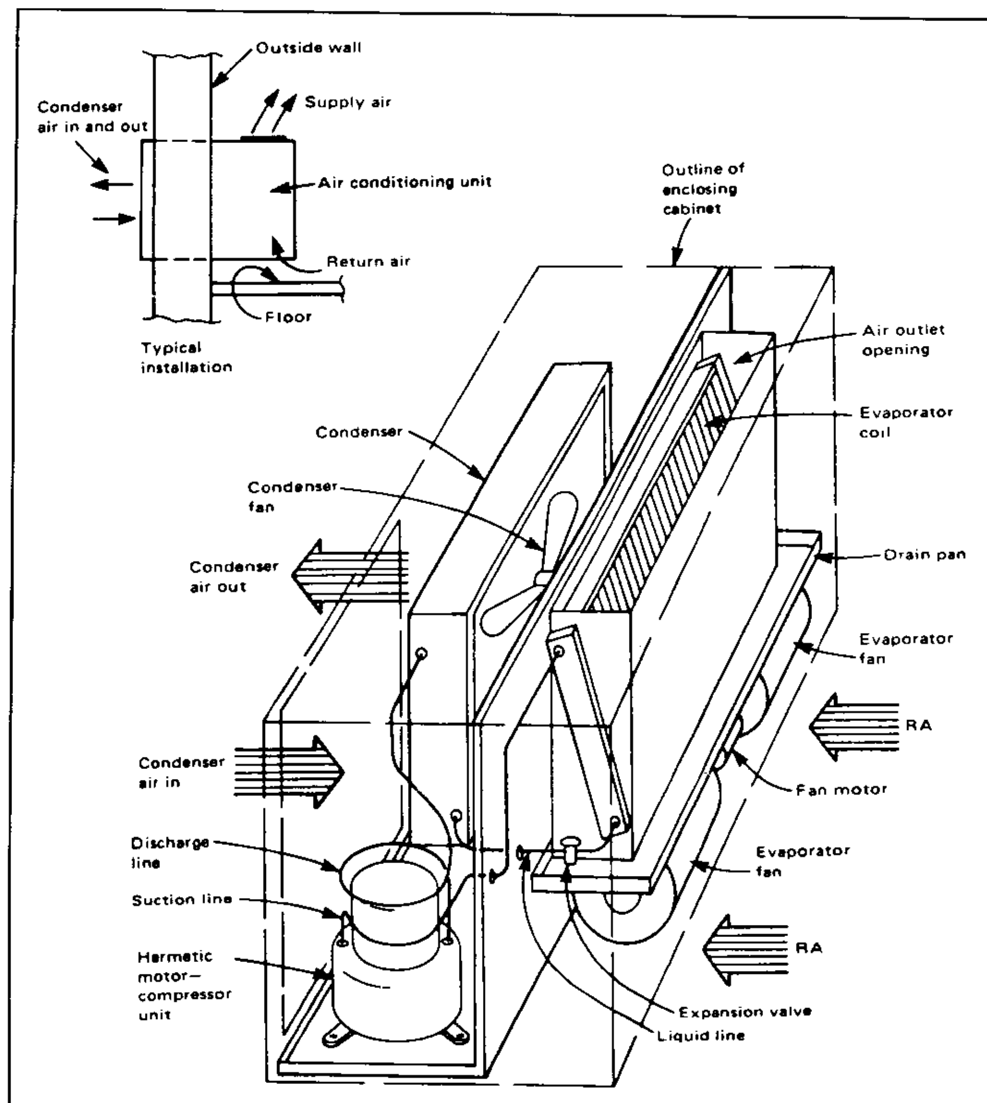
دستگاههای خودکفا با ظرفیتهای از ۲۵ تا ۳۰ تن با ظاهری بسیار زیبا و دامنهٔ وسیع کاربرد در دو نوع قابل جابه‌جایی (شکل ۴۸-۱) و ثابت (شکل ۴۹-۱)، موجودند. اندازه‌های بزرگتر این دستگاهها معمولاً" برای کاربردهای صنعتی که صرفه‌جویی در فضا بیش از زیبایی ظاهری مورد نظر است، کاربرد دارند.



شکل ۴۸-۱ : اجزاء داخلی دستگاه خودکفای تهویه مطبوع از نوع قابل جابه‌جایی

مزیت دستگاههای خودکفا، پایین بودن هزینهٔ اولیه، سادگی نصب و کنترل بسیار دقیق است.

این دستگاه دارای سیستم سرمایش انبساط مستقیم (Direct expansion) بوده و در آن بر اساس شرایط آسایش، بین قدرت هوادهی و ظرفیت سرمایش هماهنگی لازم وجود دارد. دستگاه باید با لحاظ کردن قیمت دستگاه و هزینهٔ عملیاتی، برای پاسخگویی به بار کامل انتخاب شود.



شکل ۴۹-۱ : یک نوع دستگاه خودکفای تهویه مطبوع از نوع ثابت

● نصب

دستگاههای پکیج تهویه مطبوع به لحاظ اینکه در فضای مسکونی نصب می‌شوند، ظاهری زیبا دارند. باز به همین دلیل طوری ساخته می‌شوند که حداقل "سطح صدا" را داشته باشند، عامل "سطح صدا" در تعیین محل استقرار و نصب دستگاه باید به دقت مورد توجه قرار گیرد.

برای کار رضایتبخش دستگاه پکیج باید ولتاژ مورد نیاز در حداکثر توان آن تأمین شود. برق ورودی، قطر سیمها و سایر اجزاء الکتریکی دستگاه باید کاملا" مورد توجه باشند.

● نگهداری

○ باید جریان هوا به طور کامل برقرار باشد.

○ فیلترها باید منظماً تمیز شوند.

○ سینی‌های چگالیده (آبچکه)، کویلها و سایر اجزاء دستگاه باید در هر فصل تمیز شوند.

○ مدار مبرّد باید کاملا" کیپ و بدون منفذ بوده و شارژ مبرّد مطابق نیاز، برقرار باشد.

○ نباید گذاشت کنترلها کثیف شوند.

○ مشعل در سیستم گرمایش دستگاه باید آمادهٔ کار نگهداشته شود.

◙ حفاظت در برابر یخ زدگی

● صدمهٔ ناشی از یخ زدن

این صدمه از تشکیل یخ در داخل کویل، لوله، یا سایر محفظه‌ها ناشی می‌شود. یخ زدگی ممکن است در تجهیزاتی صورت گیرد که هنگام زمستان در فضای باز و معرض هوای آزاد قرار دارند. همچنین سمت فشار ضعیف دستگاه چیلر در هر زمان ممکن است یخ بزنند.

● جلوگیری از یخ زدگی

روش معمول در جلوگیری از یخ زدگی در فصل زمستان بدین قرار است :

۱- تخلیهٔ آب از تجهیزات آسیب‌پذیر؛

۲- پایین آوردن نقطهٔ انجماد با افزودن ضد یخ به آبِ در گردش؛

۳- گرم کردن هوا تا دمایی بالای نقطهٔ انجماد

در طراحی تجهیزات تبرید باید توجه لازم به موارد زیر مبذول گردد :

○ قبل از اینکه دستگاه به کار افتد، آب در آن گردش داشته باشد.

○ ادوات کنترل خودکار برای نگهداری دما در بالای نقطهٔ انجماد پیش‌بینی شوند.

○ وسایل حساس به دما برای متوقف کردن فرایند تبرید (قبل از اینکه صدمه‌ای در اثر یخ زدگی وارد شود) در صورت عمل نکردن سایر وسایل کنترل، منظور گردند.

○ هر یک از وسایل کنترل به عنوان آخرین خط دفاعی تلقی شوند.

هرگز نباید دستگاههایی راکه در نتیجهٔ عمل وسایل کنترل از کار افتاده‌اند، دوباره با زور به کار انداخت.

○ علت پایین آمدن دما تا حدّ تحریک عامل کنترل باید کشف شده و قبل از به کار افتادن مجدد دستگاه، بر طرف شود.

● مواردی که باید مورد دقت و توجه قرار گیرند :

برای جلوگیری از یخ زدن باید به موارد زیر توجه خاص مبذول گردد :

۱- کویلهای آب در هر جایی از مدار که در معرض هوای زیر صفر است؛

۲- کویلهای گرمایی در هوای آزاد؛

۳- خطوط ارسال و تخلیه آب کندانسورهای تبخیری یا سایر تجهیزات واقع در فضای آزاد؛

۴- تشت زیرین کندانسور تبخیری، برج خنک‌کن و سایر دستگاههایی که در فضای آزاد قرار دارند؛

۵- کندانسورها، منابع انبساط و سایر تجهیزاتی که در فضاهای گرم نشدهٔ ساختمان قرار دارند؛

۶- تمام خطوط آبی که از فضاهای گرم نشده یا فضای آزاد عبور می‌کنند؛

۷- پمپهای چاه و خطوط آب واقع در هوای آزاد؛

۸- خطوط هوای فشرده و موتورهای سیستم کنترل نیوماتیک در محل ورودی هوای آزاد؛

۹- قسمت سردکنندهٔ چیلرها از هر نوع وقتی آب یا محلول نمک را خنک می‌کنند.

● حفاظت کویلهای آب

برای جلوگیری از یخ زدگی به کویلهای پیش‌گرمکن زیاد نمی‌توان اطمینان کرد. چرا که به جریان مداوم بخار نیاز دارند و این را هم به ندرت می‌شود تضمین کرد. کاهش فشار برای مدت فقط دو یا سه دقیقه (مثلا" تمیز کردن دیگ) در هوای سرد ممکن است موجب یخ زدگی و خسارات مربوطه شود.

برگشت دادن هوا به مقدار کافی و مخلوط کردن آن با هوای تازه قبل از رسیدن آن به کویل، موجب افزایش دمای هوا تا بالاتر از نقطهٔ انجماد خواهد شد، که این روشی قابل اطمینان است. اما شرایط طرح به ندرت اجازهٔ چنین کاری را می‌دهد.

افراد نگهدارندهٔ سیستم باید امکان یخ زدگی تمام کویلهای آب را مورد رسیدگی قرار داده و تمهیدات لازم را برای حفاظت اعمال کنند. برای دریافتن چگونگی کار به مبحث "کویلها" مراجعه شود.

● کویلهای پیش‌گرمکن

پیشرفتهای طراحی در سالهای اخیر موجب عرضهٔ کویلهایی شده است که چنانچه درست انتخاب و نصب شوند، برای هوای آزاد مناسبند.

○ کویلهای ضد یخ ممکن است با تنظیم تدریجی مقدار بخار در یک محدودهٔ منطقی امکان تنظیم بهتر شرایط هوا را فراهم آورند. امّا در هوای خیلی سرد، میزان جریان بخار نباید از یک حداقلی کمتر شود.

○ تخلیهٔ چگالیده باید کافی و مؤثر باشد.

○ فقط باید از تأسیسات لوله‌کشی صحیح و کارامد استفاده شود.

○ بدیهی است که لوله‌های تخلیهٔ چگالیده نباید از هوای آزاد عبور کنند.

● خطوط لولهٔ آب واقع در هوای آزاد

○ تمام خطوط لولهٔ آب واقع در هوای آزاد باید کاملا" تخلیه شوند.

○ خطوط لولهٔ آبی که از کانال واقع در هوای آزاد عبور می‌کنند یا به طریقی در معرض هوای آزاد قرار می‌گیرند باید تخلیه شوند.

● تشت زیرین کندانسور تبخیری

○ تشت زیرین کندانسور تبخیری، برج خنک‌کن و دستگاههایی از این قبیل که در فضای آزاد نصب

می‌شوند باید هنگام خاموش بودن دستگاه در فصل سرد تخلیه، نظافت، رنگ و سرویس شوند.

● کندانسور دستگاه چیلر، منابع انبساط و غیره

تمام ظروف محتوی آب، حتی اگر برای مدتی کوتاه در فضای سرد قرار گرفته باشند، باید در برابر یخ‌زدگی محافظت شوند. طرح سیستم ممکن است ایجاب کند که یک منبع انبساط در اتاقک روی بام قرار گیرد و خطوط لوله، منابع ذخیره، کندانسور دستگاه چیلر، یا وسایلی از این قبیل در فضاهای سرد نصب شوند، و همچنین هنگام عملیات ساختمانی ممکن است دستگاههایی در فضای آزاد قرار گیرند که در تمامی این موارد باید قواعد کلی حفاظت در برابر یخ زدگی معمول گردند.

● پمپهای چاه و خطوط آب

○ پمپهای چاه و خطوط آب که بالاتر از سطح زمین و در فضای سرد نصب می‌گردند باید برای زمستان آماده شوند.

○ اگر از پمپ در فصل سرد استفاده نمی‌شود باید به طرز صحیحی تخلیه و برای فصل کار بعدی آماده شود.

● خطوط هوای فشرده و موتورهای بادی

○ رطوبت ورودی به سیستم کنترل نیوماتیک، در داخل سیستم تقطیر شده و به نقطه‌ای که دارای کمترین فشار بخار است متمایل می‌شود.

○ رطوبت تمایل دارد که در هر خط لوله، دمپر، یا شیرهای موتوری واقع در فضای سرد جمع شود که این در صورت تداوم موجب یخ زدگی و ترکیدگی آنها می‌شود. این مشکل را می‌توان با تخلیهٔ سیستم هوای فشرده در زمانهای معین برطرف کرد.

● قسمت سردکنندهٔ دستگاه چیلر

○ فقط پنج دقیقه بی‌توجهی کافی است که قسمت سردکننده دستگاه چیلر تخریب شود. هرگز نباید دستگاهی را که در نتیجهٔ عمل وسایل کنترل از کار افتاده است، مجدداً با زور به کار انداخت.

○ برای تخلیهٔ تمام ماده مبرّد از یک کویل انباشته (مثلاً برای خاموشی دستگاه در زمستان)، باید کنترلهای تنظیم‌کننده از کار انداخته شده و کمپرسور در دمای مکش پایین‌تر از حد معمول روشن شود. این کار خطر یخ زدن قسمت سردکننده را در بر داشته و باید به دقت انجام گیرد. چون وسایل کنترل در این هنگام قادر به حفاظت از دستگاه نیستند، شخص راهبر سیستم باید اطمینان حاصل کند که اواپراتور همیشه تحت بار کافی قرار دارد تا اثر تبرید را جبران کند.

○ آب سیستم باید در حال گردش نگهداشته شود.

○ اگر چند کمپرسور به یک اواپراتور مشترک اتصال دارند، فقط یکی از آنها برای تخلیه مبرّد باید کار کند.

○ اگر برای نگهداری دمای آب در بالای ۳۶°F (۲°C) بار آنقدرها نیست که یک کمپرسور مداوماً کار کند، باید کمپرسور متناوباً خاموش و روشن شود تا فرصت کافی برای افزایش دمای آب در فاصلهٔ خاموش و روشن شدن کمپرسور به وجود آید.

○ راهبر تأسیسات قبل از تخلیهٔ مبرّد باید در جریان جزئیات دستورالعمل قرار گیرد، مگر آنکه به روش کار وارد باشد.

○ اصول کار در مورد چیلرهایی که آب نمک را خنک می‌کنند نیز همان است که ذکر شد. تنها فرق این است که دمای انجماد آب نمک پایین‌تر است.

▣ آزمایش نشت

سیستمهایی که از مبرّدهای جدید بی‌خطر و با بازده بالا استفاده می‌کنند باید کاملاً بدون آب باشند. حتی وجود مقدار ناچیزی آب به صورت بخار کافی است که مبرّد آلوده شده و قابلیت خورندگی پیدا کند.

○ در هنگام نصب سیستم تمام ذرات آب از سیستم تبرید تخلیه می‌شود.

○ مهندس راهبر سیستم باید هر هفته با نشت‌یابی دقیق و مرمت آن (در صورت وجود)، سیستم را کاملاً عاری از هوا یا رطوبت نگهدارد.

○ نشت‌یابی در سیستمهایی که در فشاری پایین‌تر از فشار جو کار می‌کنند یا از مبرّد بدون بو استفاده می‌کنند دشوار است، و این حقیقت ایجاب می‌کند که در برنامهٔ نگهداری سیستم، کار نشت‌یابی منظم در فواصل زمانی معین گنجانده شود. بدیهی است نقاط نشتی که یافت می‌شوند باید بلافاصله ترمیم شوند.

○ مؤثرترین روش نشت‌یابی که می‌توان مورد استفاده قرار داد استفاده از نشت‌یاب "هالاید" (Halide Detector) است. نشت یابی با روغن یا حباب صابون در اتصالات، فقط نشتی‌های بزرگ را آشکار می‌کند. امّا این روش باید با استفاده از نشت‌یاب هالاید برای کشف نشتی‌های کوچک، تکمیل شود.

○ معمولاً دو نوع نشت‌یاب هالوژن مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ یکی نشت‌یاب الکترونیک است که نمونه‌ای از هوا را از طریق یک لوله مکیده و آن را از روی اِلِمان حساس هالوژن عبور می‌دهد. وقتی نشت‌یاب از روی یک منفذ عبور کند، با ارسال سیگنالهای سمعی و بصری محل را مشخص می‌کند. دیگری مشعل هالاید است که از یک مخزن الکل یا پروپان و یک مشعل ویژه با اِلِمان مسی تشکیل شده است. یک لولهٔ کاوشگر برای نمونه‌برداری از هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد. از سوختن مقدار ناچیزی گاز هالوژن، نور سبز روشن یا سبز-آبی ساطع می‌شود.

از دو نوع نشت‌یاب مذکور، نوع الکترونیک حساس‌تر و برای آزمایش وسایل تهویه مطبوع ایده‌آل است. این تنها نوع نشت‌یابی است که باید برای کشف منافذ بسیار کوچک در سیستمهای تبرید جذبی مورد استفاده قرار گیرد.

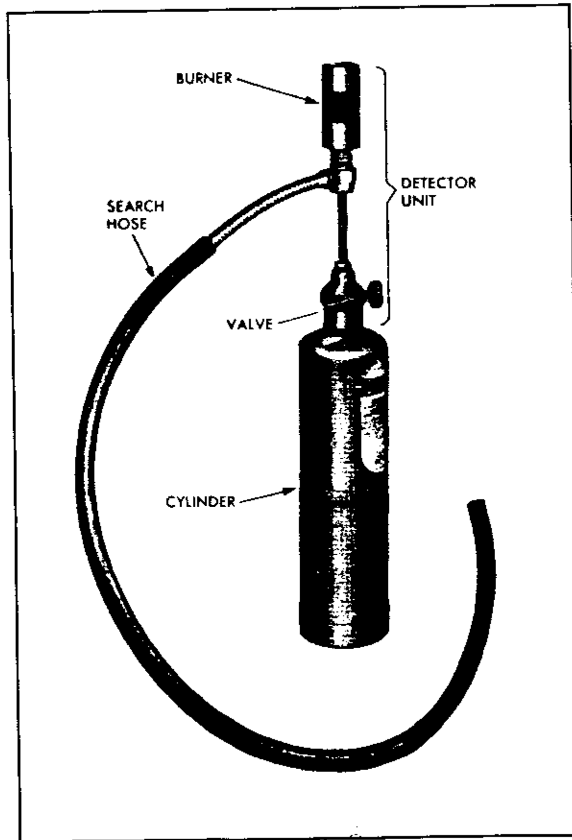
○ نشت‌یاب هالاید شامل یک مشعل، شیر سوزنی (Needle Valve)، لولهٔ کاوشگر (Search Hose)، و دودکشی با یک صفحه واکنش مسی است (شکل ۵۰-۱). معمولاً دو نوع مشعل مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ یک نوع با سوخت الکل، و دیگری با سوخت پروپان. شعلهٔ کاوشگر باید طوری تنظیم شود که بالای مخروط شعله همسطح یا کمی بالاتر از دودکش قرار گیرد. جهت آزمایش نشت، باید انتهای لولهٔ کاوشگر در محل اتصال یا نقطهٔ آزمایش قرار گرفته و شعلهٔ لامپ مشاهده شود. لولهٔ کاوشگر مقدار ناچیزی

از هوا را به داخل مشعل می‌کشد، که در آنجا وجود هر مقدار مبرّد موجب واکنش شیمیایی و آزادی اسیدها می‌شود و با رسیدن به صفحهٔ مسی، رنگ شعله را تغییر می‌دهد. نشت کم، رنگ سبز ایجاد می‌کند و نشت زیاد، رنگ آبی روشن. برای هر مهندس نگهدار تأسیسات، داشتن یک مشعل نشت‌یاب ضروری است.

○ آزمایش هالاید را فقط در مواردی می‌توان به کار برد که مبرّد از نوع هیدروکربنی بوده و فشار کافی در سیستم موجود باشد.

○ سیستمهای تبرید با کمپرسور پیستونی و مبرّد هیدروکربنی را معمولاً" می‌توان با فشار معمولیِ زمان خاموشی آزمایش کرد.

○ در سیستم تبریدِ فشار پایین، مثل چیلرهای با کمپرسور سانتریفوژ یا چیلرهای جذبی، و یا سیستمهای پیستونی که هنوز با مبرّد شارژ نشده باشند، لازم است که فشار افزایش یابد.



شکل ۵۰-۱ : مشعل هالاید که برای نشت‌یابی مبرّدهای هیدروکربنی به کار می‌رود.

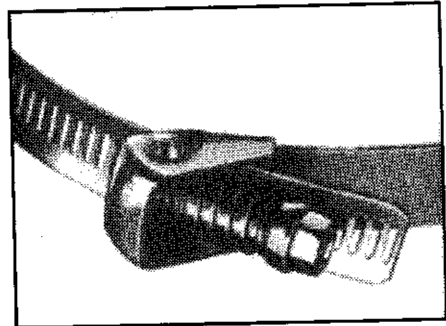
- فشار آزمایش باید در بالاترین میزان ممکن در محدودهٔ کار دستگاه باشد.
- معمولاً سیستمهای پیستونی را می‌توان تا فشار ۱۵۰Psi تحت فشار قرار داد.
- سیستمهای سانتریفوژ که برای مبرّدهای فشار پایین طراحی شده‌اند باید در فشاری پایین‌تر از فشار تنظیم شده روی شیر اطمینان کندانسور آزمایش شوند.
- سیستمهای جذبی که در فشاری پایین‌تر از جوّ کار می‌کنند باید با فشاری حدود ۱۵Psi آزمایش شوند.
- طرح بعضی از دستگاهها ایجاب می‌کند که در قسمتهایی مثل کاسه نمد پمپ موقتاً از خط لوله‌های تعادل (Equalization Lines) استفاده شود.
- فشار لازم را باید ابتدا با تزریق یک مبرّد هیدروکربنی چون R-12 تا حدی که فشار سیستم به ۳ تا ۵psi برسد ایجاد نموده و سپس با تزریق یک گاز خشک خنثی مثل نیتروژن فشار را تا حد مطلوب بالا برد. هرگز نباید از هوا یا اکسیژن استفاده شود.
- افرادی که دستگاه را از نظر نشت آزمایش می‌کنند باید کاملاً با روشهای صحیح کار و وسایل مربوطه آشنایی داشته و هنگام استفاده از گازهای فشار بالا نکات ایمنی را رعایت کنند.
- اگر ترمیم محل نشت مستلزم تخلیهٔ مبرّد باشد، باید داخل سیستم توسط یک گاز خشک خنثی مثل نیتروژن حفاظت شود. این امر با تزریق مقدار کافی گاز نیتروژن جهت رساندن فشار داخل به حد فشار جوّ آغاز شده و با تزریق مقدار کمی از این گاز به هنگام عملیات ترمیم، ادامه می‌یابد.
- سیستمهایی که برای انجام یک تعمیر اساسی یا ترمیم محل نشت باز می‌شوند، باید قبل از بازگشت به سرویس، کاملاً خشک شوند که این امر معمولاً با استفاده از یک خشک‌کن شیمیایی به عنوان یک بخش دائم از تأسیسات یا فقط در چند ساعت اول بعد از بازگشت به سرویس انجام می‌گیرد.
- محرّکها، اعم از تسمه‌ای و مستقیم، باید تراز باشند، و هر چه سرعت چرخش بیشتر باشد موضوع تراز بودن اهمیت بیشتری می‌یابد. بدیهی است که تراز بودن در دستگاههای سانتریفوژ با سرعت نسبتاً زیاد، بالاترین اهمیت را دارد.
- وقتی چیلر به کار می‌افتد، برخی از قسمتهای آن سردتر و بعضی گرم‌تر می‌شوند، لذا وقتی دستگاه تحت دماهای عملیاتی قرار دارد باید به درستی تراز باشد.
- روغنکاری برای هر وسیلهٔ مکانیکی ضروری است. از خصوصیات ذاتی دستگاههای تبرید، تمایل روغن به جذب مبرّد هنگام خاموشی دستگاه و نتیجتاً رقیق شدن آن است.
- روشهای متنوعی برای اجتناب از وارد آمدن خسارت به قسمتهای روغنکاری شده هنگام راه‌اندازی،

توسط کارخانجات سازندهٔ چیلر ارائه شده‌اند. چون خسارت ممکن است در چند ثانیه نخست راه‌اندازی وارد گردد، کار مطلوب این است که از جذب مبرّد توسط روغن جلوگیری شود. در بسیاری از سیستمها برای گرم نگهداشتن مخزن روغن هنگام خاموشی دستگاه، از یک گرمکن کوچک الکتریکی استفاده می‌شود (شکلهای ۵۱-۱، ۵۲-۱، ۵۳-۱). در سیستمهای دیگر، خصوصاً کمپرسورهای پیستونی، برای جلوگیری از جذب مبرّد توسط روغن، دما یا فشار سمت فشار ضعیف را تنظیم می‌کنند، به طوری که مبرّد همواره از مخزن روغن تخلیه شود. بعضی سیستمها نیز دارای وسایل جداکنندهٔ روغن و مبرّد می‌باشند.

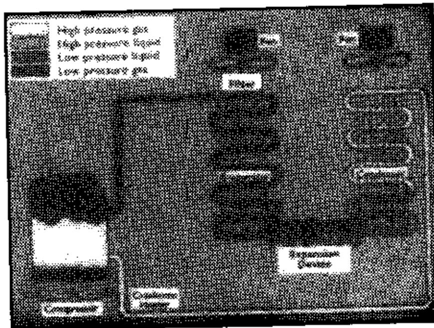
◌ این خیلی مهم است که مهندس نگهدار سیستم به مقتضیات روغنکاری در شروع راه‌اندازی و هنگام کار سیستم طبق دستورالعملهای مربوطه، اشراف کامل داشته باشد.

● دستورالعمل جزئیات

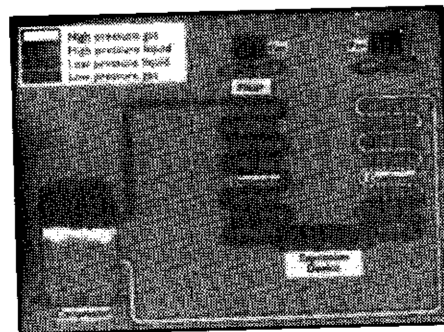
دفترچهٔ دستورالعمل جزئیات که توسط کارخانهٔ سازندهٔ دستگاه ارائه می‌شود باید همواره به عنوان راهنما در امر نگهداری سیستم مورد استفاده قرار گیرد.



ل ۵۱-۱ : کمربند گرم به دور کمپرسور بسته شده و ای روغن را در کارتر بالا برده است. این امر توانایی ن را در جذب و نگهداری مبرّد کاهش می‌دهد.



شکل ۵۲-۱ : دما در کمپرسور و اواپراتور یکسان و برابر ۷۶°F (۲۵°C) است. فشار بخارها مختلف است و این موجب می‌شود که مبرّد به کمپرسور راه یافته و با روغن مخلوط گردد.



شکل ۵۳-۱ : سگک قابل تنظیم و محکم کمربند موجب می‌شود که براحتی به دور کمپرسور بسته شود.

▣ تصفیهٔ آب

● مشکل

خسارات ناشی از آب در تجهیزات تهویه مطبوع یک مشکل همیشگی است که تنوع و دامنهٔ گستردهای دارد. آب بویژه اگر در یک مدار بسته گردش کند، مسئول رسوب‌گیری (موجب کاهش انتقال حرارت)، خوردگی (موجب خرابی تجهیزات)، رشد جلبک و ایجاد لجن (مزاحم کار دستگاه)، و سایش است، که هر مورد موجب افزایش غیر ضروری هزینهٔ عملیاتی یا نگهداری و یا هر دو می‌شود. لذا این موضوع باید اکیداً مورد توجه مهندس نگهدار سیستم قرار گیرد.

● تعاریف

○ **رسوب** (Scale) : جِرمهایی که از کریستالیزاسیون یا تهنشینی نمکهای محلول در آب به وجود می‌آیند.

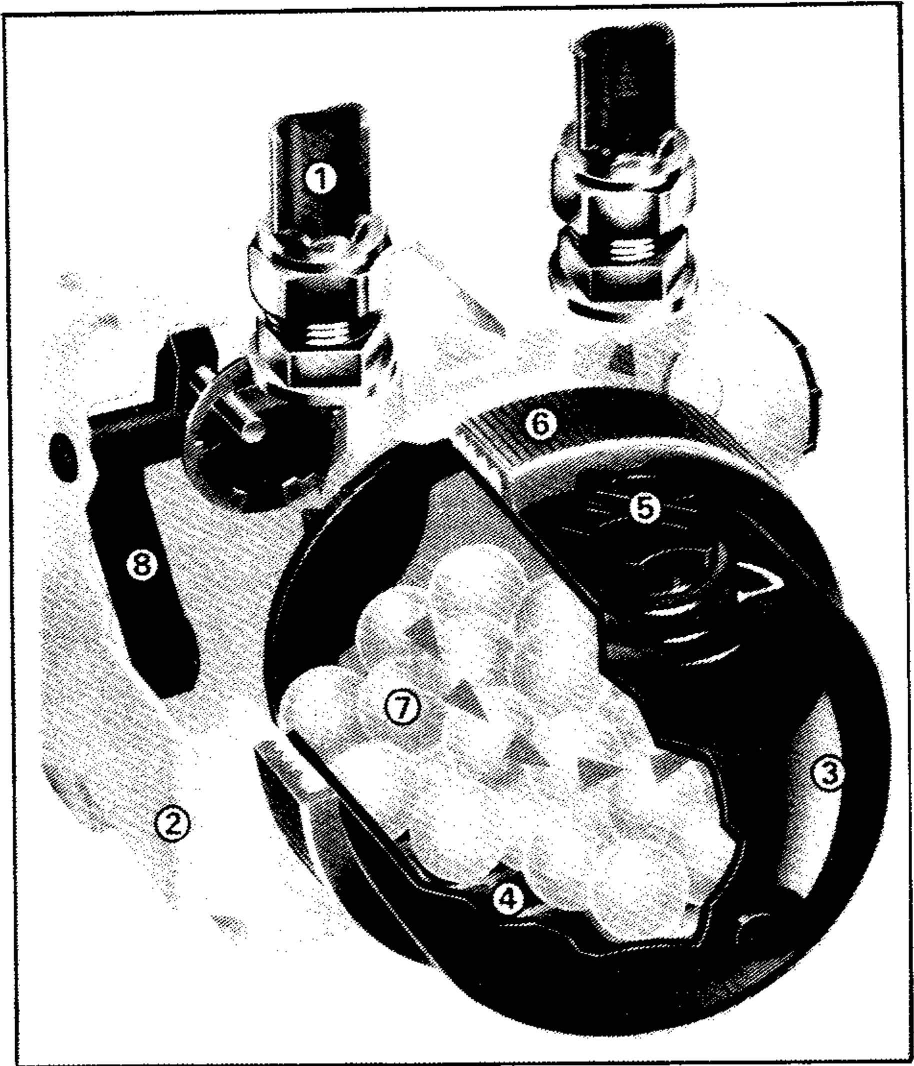
○ **خوردگی** (Corrosion) : تجزیهٔ فلز در اثر واکنش شیمیایی یا الکترولیتیک

○ **سایش** (Erosion) : خوردگی سطح فلز بر اثر برخورد سریع آب جاری، بویژه آب حاوی حبابهای گاز و ذرات جامد معلق، یا حدوث متناوب کاویتاسیون

○ **لجن** (Slime) **و جلبک** (Algae) : میکروارگانیزمهایی که قادرند به سرعت تکثیر شده و تودههای



شکل ۵۴-۱ : *نمونه‌ای از دستگاههای جدید رسوب‌گیری از آب*



شکل ۵۵-۱ جزئیات داخلی دستگاه تصفیه

۱- ورود آب از لولهٔ اصلی آب

۲- پوستهٔ بیرونی پلاستیکی (از جنس محکم)

۳- محفظهٔ پلاستیکی گویها (از جنس نیمه شفاف)

۴- تقسیم‌کنندهٔ محفظهٔ گویها

۵- درپوش سوراخ محفظهٔ گویها (که از آنجا گویها تعویض می‌شوند).

۶- حلقهٔ نگهدارندهٔ محفظهٔ گویها

۷- گویها

۸- مکانیزم خودکار قطع آب

بزرگی از مواد گیاهی به وجود آورند.

تصفیهٔ آب برای سیستمهای تهویه مطبوع به همان اندازهٔ دیگها اهمیت دارد. این مسئله برای سیستمهای گردشی بسته و سیستمهای باز یا تک‌گذر (Once-Through) متفاوت است. همچنین به دلیل تنوع زیاد آبهای مورد استفاده در تجهیزات تهویه مطبوع ارائه یک دستورالعمل کلی برای تصفیهٔ آب ممکن نیست. شکل ۵۴-۱ نمونه‌ای از جدیدترین دستگاههای رسوب‌گیری آب را نشان می‌دهد که در سیستمهای گرمایش و سرمایش کاربرد دارد.

جزئیات داخلی دستگاه نیز در شکل ۵۵-۱ مشاهده می‌شود. این دستگاه دارای محفظه‌ای است مملو از گویهای مخصوص. این گویها متشکلند از پوسته‌ای بسیار نازک حاوی سدیم، کلسیم، منیزیم و سیلیکات که بی‌بو و بدون طعم بوده و کاملاً بی‌ضررند. این دستگاه به آسانی در سر راه آب مصرفی و ترجیحاً قبل از نقطهٔ اتصال لولهٔ انشعابی به واحد مصرف مورد نظر نصب می‌شود و می‌توان یکی از آنها را برای رسوب‌زدایی تمام آب مصرفی یک خانهٔ متوسط مورد استفاده قرار داد. آب از یک سرِ لوله وارد شده و پس از عبور از میان گویها تصفیه گردیده و از سرِ دیگر لوله خارج می‌شود. این گویها سالی یکبار تعویض می‌شوند.

در صورت بروز هرگونه اشکال درکار سیستمهای سرمایش می‌توان از جدول ۲-۱ برای عیب‌یابی و رفع عیب استفاده کرد.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش

نوع اشکال : کمپرسور راه نمی‌افتد		
علائم	علت احتمالی	رفع عیب
۱- آزمایش مدار الکتریکی هیچ جریانی را در خط راه‌انداز موتور نشان نمی‌دهد.	۱- قطع برق	۱- بررسی کنید آیا فیوز سوخته یا سیم قطع است.
۲- آزمایش مدار الکتریکی هیچ جریانی را در خط راه‌انداز موتور نشان نمی‌دهد.	۲- کلید قطع مدار باز است.	۲- مشخص کنید به چه علت کلید باز است. اگر همه چیز درست بود کلید را ببندید.
۳- آزمایش مدار الکتریکی عبور جریان را از خط راه‌اندازی نشان می‌دهد ولی از خط موتور فیوز خیر.	۳- فیوز سوخته است.	۳- فیوز را تعویض و بار موتور را بررسی کنید.
۴- چراغ ولتاژ چشمک می‌زند ولی کاملاً روشن نمی‌شود.	۴- ولتاژ پایین است.	۴- با ولت متر بررسی نموده با اداره برق تماس بگیرید.
۵- ولتاژ کامل در ترمینالهای موتور وجود دارد امّا موتور حرکت نمی‌کند.	۵- موتور سوخته است.	۵- تعمیر یا تعویض نمایید.
۶- آزمایش، سوخته بودن سیم‌پیچ راه‌اندازی یا قطع کنتاکتها را نشان می‌دهد.	۶- راه‌انداز موتور خراب است.	۶- تعمیر یا تعویض نمایید.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

نوع اشکال : کمپرسور راه نمی‌افتد (ادامه)		
علائم	**علت احتمالی**	**رفع عیب**
۷- رله راه‌انداز تحریک نمی‌شود.	۷- مدار سیستمهای کنترل باز است : الف : دوگانگی کنترل فشار؛ ب : خرابی کنترل روغن؛ ج : اضافه بار حرارتی راه‌انداز موتور؛ د : ترموستات برای سرمایش تنظیم نشده است؛ ه: قطع مدار رله‌های اتصال دهنده.	۷- محل کنترل باز را مشخص کرده علت آن را بیابید و دستورالعمل مربوط به آن کنترل را مطالعه کنید.
۸- موتور می‌چرخد ولی کمپرسور حرکت نمی‌کند.	۸- کوپلینگ شکسته یا بریده شده است.	۸- تعمیر یا تعویض کنید. مجدداً به طور صحیح آن را متصل نمایید.
۹- کمپرسور عمل نمی‌کند.	۹- کمپرسور به علت قفل شدن یا خرابی مکانیزم آن یخ زده است.	۹- کمپرسور را تعمیر کلی کنید.
۱۰- کنتاکتهای کلید فشار پایین بازند. فشار تخلیه بالاتر از مقدار تنظیم شده جهت وصل است.	۱۰- فشار مکش پایین‌تر از مقدار تنظیم شده برای قطع کردن کلید قطع فشار پایین است.	۱۰- نقصان مبرد را بررسی نمایید. نشتی را برطرف نموده و دوباره شارژ کنید.
۱۱- کنتاکتهای کلید فشار بالا بازند. فشار تخلیه بالاتر از میزان تنظیم شده جهت	۱۱- فشار دهش بالاتر از مقدار تنظیم شده برای قطع کردن کلید قطع فشار بالاست.	۱۱- آب خنک‌کنندهٔ کندانسور را بررسی کنید. معلوم کنید کندانسور کثیف است یا سیستم بیش

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

نوع اشکال : سیکلهای کوتاه کار کمپرسور		
علائم	علت احتمالی	رفع عیب
وصل است.		از حد شارژ شده است.
۱۲- سیستم با تنظیم مجدد کلید کنترل فشار روغن راه‌اندازی می‌شود.	۱۲- کلید کنترل فشار روغن قطع کرده است.	۱۲- سطح روغن، فشار روغن، سیم‌کشی و کنترل را بررسی کنید.
۱- کارکرد معمولی ولی خاموش و روشن شدن زیاد است.	۱- کنتاکت متناوب در مدار کنترل الکتریکی	۱- کنترل الکتریکی معیوب را تعمیر یا تعویض کنید.
۲- کارکرد معمولی ولی خاموش و روشن شدن زیاد است.	۲- تنظیم کنترل تفاضلی فشار پایین خیلی نزدیک به هم انجام شده است.	۲- کنترل تفاضلی را بر طبق شرایط صحیح کارکرد تنظیم نمایید.
۳- شیر مغناطیسی هنگام بسته شدن صدا می‌کند.	۳- شیر مغناطیسی قسمت مایع نشت می‌کند.	۳- تعمیر یا تعویض کنید.
۴- میزان جریان هوا کاهش یافته است: الف : فیلترهای هوا کثیفند. ب : تسمه پروانه بادزن پاره شده است. ج : کشش تسمه پروانه به طور صحیح تنظیم نشده است.	۴- اواپرتور کثیف یا یخ زده است.	۴- اواپراتور را تمیز و یا دیفراست کنید. فیلترها و تسمه پروانه را بررسی نمایید.
۵- فشار دهش خیلی بالاست.	۵- تقطیر درست انجام نمی‌گیرد.	۵- امکان وجود آب و اشکال در کندانسور تبخیری را بررسی کنید.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

نوع اشکال : سیکلهای کوتاه کار کمپرسور (ادامه)		
علائم	علت احتمالی	رفع عیب
۶- فشار دهش خیلی بالاست.	۶- شارژ بیش از حد مبرّد یا غیر قابل تقطیر بودن گاز	۶- مبرّد اضافی را خارج و یا گاز غیر قابل تقطیر را تخلیه نمایید.
۷- کارکرد معمولی ولی قطع و وصل بیش از حد توسط کلید کنترل فشار پایین	۷- کمبود مبرّد	۷- محل نشت مبرّد را ترمیم نموده دوباره شارژ کنید.
۸- فشار دهش خیلی بالاست.	۸- شیر تنظیم آب عمل نمی‌کند، کثیف است و یا دمای آب خیلی بالاست.	۸- شیر آب را تعمیر و یا تعویض کنید.
۹- فشار دهش خیلی بالاست.	۹- لوله آب مسدود شده است و یا فشار آب رفت خیلی پایین است.	۹- علت را یافته برطرف کنید.
۱۰- فشار مکش خیلی پایین است و صافی برفک زده است.	۱۰- صافی خط مایع مسدود است.	۱۰- صافی را تمیز کنید.
۱۱- موتور به سرعت خاموش و روشن می‌شود.	۱۱- موتور اشکال دارد.	۱۱- موتور را تعمیر یا تعویض نمایید.
۱۲- کمپرسور به وسیلهٔ کلید قطع فشار بالا از کار می‌افتد.	۱۲- کندانسور پوسته-لوله‌ای کثیف است.	۱۲- لوله‌های کندانسور را تمیز کنید.
۱۳- کمپرسور به وسیلهٔ کلید قطع فشار بالا از کار می‌افتد. الف : فقدان آب	۱۳- کارکرد همراه با اشکال کندانسور تبخیری	۱۳- عیب را یافته و برطرف کنید. الف : از آب پر کنید.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

علائم	علت احتمالی	رفع عیب
نوع اشکال : سیکلهای کوتاه کار کمپرسور (ادامه)		
ب : افشانک‌های آب مسدودند.		ب : افشانک‌ها را تمیز کنید.
ج : پمپ آب کار نمی‌کند.		ج : پمپ را تعمیر نمایید.
د : سطح کویل کثیف است.		د : کویل را تمیز کنید.
ه : ورودی و یا خروجی هوا مسدود است.		ه : رفع انسداد کنید.
و : بادزن کار نمی‌کند.		و : تعمیر کنید.
اشکال : کمپرسور بلاانقطاع کار می‌کند		
۱- دمای فضای مورد سرمایش زیاد است.	۱- بار بیش از حد است.	۱- ممکن است میزان ورود و یا نفوذ هوای خارج به داخل فضای مورد سرمایش بیش از حد باشد. عایق‌کاری جداره‌ها را بررسی کنید.
۲- دمای فضای مورد تهویه پایین است.	۲- کنترل ترموستات در دمای خیلی پایین صورت می‌گیرد.	۲- ترموستات را تنظیم یا تعمیر کنید.
۳- دمای فضای مورد سرمایش پایین است.	۳- کنتاکتهای کنترل الکتریکی مدار راه‌انداز موتور چسبیده‌اند.	۳- کنترل را تعویض یا تعمیر کنید.
۴- در شیشه رؤیت حباب دیده می‌شود.	۴- فقدان مبرّد	۴- نشتی را رفع نموده دوباره شارژ کنید.
۵- فشار زیاد دهش	۵- شارژ زیاد مبرّد	۵- مبرّد اضافی را تخلیه یا منتقل کنید.
۶- کمپرسور با صدا کار می‌کند و به گونه‌ای	۶- سوپاپهای کمپرسور نشت می‌کنند.	۶- کمپرسور را تعمیر کلی نمایید.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

علائم	علت احتمالی	رفع عیب
اشکال : کمپرسور بلاانقطاع کار می‌کند (ادامه)		
غیر طبیعی فشار دهش آن پایین بوده یا به طور غیر طبیعی فشار مکش آن زیاد است.		
۷- فضای مورد تهویه بیش از حد سرد است.	۷- شیر مغناطیسی به دلیل چسبندگی باز مانده یا توسط میله بالابر باز نگهداشته شده است.	۷- شیر را تعمیر کنید یا به وضعیت کار خودکار برگردانید.
اشکال : کمپرسور روغن کم می‌کند		
۱- سطح روغن پایین است.	۱- مقدار روغن کم است.	۱- به اندازه کافی روغن مناسب کمپرسور اضافه کنید.
۲- سطح روغن افت می‌کند.	۲- صافیها یا شیرها مسدود شده‌اند.	۲- تمیز و یا تعمیر کنید.
۳- خط مکش بیش از اندازه سرد است.	۳- شیر انبساط یا حباب حساس شل است.	۳- تماس خوبی بین حباب حساس و خط مکش برقرار نمایید.
۴- خط مکش بیش از اندازه سرد است. کار کمپرسور با صدا توأم است.	۴- مایع مبرّد به کمپرسور وارد می‌شود.	۴- میزان سوپرهیت را تنظیم کنید.
۵- خاموش و روشن شدن خیلی زیاد کمپرسور	۵- سیکل کار کوتاه مدت	۵- برفک زدایی کنید. کلید قطع فشار را کنترل نمایید.
۶- اطراف پایه کمپرسور روغن مشاهده می‌شود و سطح روغن محفظه پایین است.	۶- اتصالات محفظه روغن نشت می‌کنند.	۶- نشت روغن را برطرف و روغن مناسب اضافه کنید.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

علائم	علت احتمالی	رفع عیب
اشکال : کمپرسور صدا می‌دهد		
۱- پیچهای کوپلینگ شل شده‌اند.	۱- کوپلینگ محرّک کمپرسور شل است.	۱- کوپلینگ را سفت نموده بررسی کنید که درست در خط استقرارش قرار داشته باشد.
۲- کمپرسور به دلیل کمبود روغن خاموش می‌شود.	۲- کمبود روغن	۲- روغن اضافه کنید.
۳- کمپرسور هنگام کار جیرجیر می‌کند.	۳- کاسه نمد خشک است یا ترک خورده است.	۳- سطح روغن را بررسی کنید.
۴- کمپرسور ضربه می‌زند.	۴- قطعات داخلی کمپرسور شکسته است.	۴- تعمیر اساسی کنید.
۵- خط مکش به طور غیر طبیعی سرد است. کمپرسور ضربه می‌زند	۵- مایع مبرد پس می‌زند.	۵- سوپر هیت را بررسی و تنظیم کنید. ممکن است شیر خیلی بزرگ باشد یا حباب حساس روی خط مکش شل باشد. هوای ورودی به اواپراتور برای تبخیر کامل مایع بیش از حد سرد است.
۶- شیر آب تق تق می‌کند.	۶- شیرتنظیم آب کثیف است. فشار آب زیاد و یا متناوب است.	۶- شیر تنظیم آب را تمیز کنید. قبل از شیر، محفظه هوانصب کنید.
۷- خط مکش به طور غیر طبیعی سرد است. کمپرسور ضربه می‌زند.	۷- شیر انبساط در وضعیت باز باقی مانده است.	۷- تعمیر و یا تعویض نمایید.
۸- کمپرسور یا موتور روی پایه می‌لغزد.	۸- کمپرسور یا موتور در محل استقرار شل است.	۸- موتور یا کمپرسور را با پیچ مربوطه محکم کنید.
اشکال : افت ظرفیت سیستم برودتی		
۱- شیر انبساط صدا می‌دهد.	۱- فلاش گاز در خط مایع	۱- مبرّد اضافه کنید.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

علائم	علت احتمالی	رفع عیب
اشکال : افت ظرفیت سیستم برودتی (ادامه)		
۲- تغییرات دما در خط مبرد هنگام عبور از صافی یا شیر مغناطیسی	۲- صافی گرفته یا شیر مغناطیسی کثیف است.	۲- تمیز یا تعویض کنید.
۳- جریان هوا کاهش یافته است.	۳- وجود آشغال یا یخ در اواپراتور	۳-کویل را تمیز یا برفک‌زدایی کنید.
۴- سیکل کوتاه یا کارکرد بلاانقطاع	۴- شیر انبساط چسبیده یا مسدود شده است.	۴- شیر انبساط را تعمیر یا تعویض کنید.
۵- سوپر هیت خیلی زیاد است.	۵- افت فشار زیاد در اواپراتور	۵- سوپر هیت را بررسی نموده و شیر انبساط ترموستاتیک را دوباره تنظیم کنید.
۶- سیکل کوتاه یا کارکرد بلاانقطاع	۶- تنظیم ناصحیح سوپر هیت	۶- شیر انبساط را تنظیم کنید. سوپر هیت را بررسی نموده شیر انبساط ترموستاتیک را دوباره تنظیم کنید.
۷- سیکل کار کوتاه یا کارکرد بلاانقطاع	۷- اندازهٔ شیر انبساط درست نیست.	۷- با شیر مناسب و صحیح تعویض کند.
اشکال : فشار تخلیه خیلی بالاست		
۱- آب خیلی گرم از کندانسور خارج می‌شود.	۱- آب کندانسور خیلی کم یا خیلی گرم است.	۱- آب سرد لازم را تأمین کرده شیر تنظیم آب را میزان کنید.
۲- آب خروجی از کندانسور بیش از اندازه سرد است.	۲- لوله‌ها در کندانسور پوسته-لوله‌ای مسدودند.	۲- لوله‌ها را تمیز کنید.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

علائم	علت احتمالی	رفع عیب
اشکال : فشار تخلیه خیلی بالاست (ادامه)		
۳- جریان هوا یا آب افشانکها کم است. سطح کویل جرم گرفته است.	۳- کارکرد نادرست کندانسور تبخیری	۳- میزان هوا و آب را تصحیح کنید. سطح کویل را تمیز کنید.
۴- کندانسور به گونه‌ای استثنایی گرم و فشار دهش بیش از حد است.	۴- وجود هوا یا گاز تقطیر نشده در سیستم	۴- تخلیه کنید.
۵- کندانسور به گونه‌ای استثنایی گرم و فشار دهش بیش از حد است.	۵- شارژ بیش از حد مبرد	۵- مقدار اضافی را خارج کنید.
اشکال : فشار دهش خیلی پایین است		
۱- آب خارج شده از کندانسور بیش از اندازه سرد است.	۱- آب کندانسور خیلی زیاد است.	۱- شیر تنظیم آب را میزان کنید.
۲- حباب در شیشه رؤیت (سایت گلاس).	۲- کمبود مبرد	۲- محل نشت را ترمیم نموده شارژ کنید.
۳- بعد از قطع فشار، فشار مکش با سرعت بیش از ۵ پاوند در دقیقه افزایش می‌یابد.	۳- سوپاپهای دهش کمپرسور شکسته‌اند یا نشت می‌کنند.	۳- درپوش کمپرسور را برداشته سوپاپها را آزمایش نموده و سوپاپهای معیوب را تعویض کنید.
۴- فشار دهش پایین است. فشار مکش بالاست.	۴- شیر فشار شکن بای پاس نشت می‌کند.	۴- شیر را بررسی کنید تا معلوم شود که آیا نیازی به تعویض شیر هست یا نه.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

علائم	علت احتمالی	رفع عیب
اشکال : فشار مکش بیش از حد بالاست		
۱- کمپرسور بلاانقطاع کار می‌کند.	۱- بار اضافی بر روی اواپراتور	۱- بررسی کنید که آیا هوای تازه بیش از حد وارد می‌شود یا نفوذ هوا زیاد است. کیفیت عایقکاری جداره‌ها را بررسی کنید.
۲- لوله مکش بیش از اندازه سرد است و مایع به کمپرسور برمی‌گردد.	۲- مبرد اضافی از شیر انبساط عبور می‌کند.	۲- سوپر هیت را تنظیم کرده شیر انبساط را میزان نمایید. مطمئن شوید که حباب حساس خط مکش در وضعیت صحیحی قرار دارد.
۳- لوله مکش بیش از حد سرد است. مایع به کمپرسور برمی‌گردد.	۳- شیر انبساط بازمانده است.	۳- شیر را تعمیر یا تعویض کنید.
۴- لوله مکش بیش از حد سرد است. مایع به کمپرسور برمی‌گردد.	۴- شیر انبساط خیلی بزرگ است.	۴- اندازه شیر را بررسی و در صورت لزوم تعویض کنید.
۵- کمپرسور صدا می‌کند.	۵- سوپاپ‌های مکش کمپرسور شکسته است.	۵- درپوش کمپرسور را برداشته سوپاپها را آزمایش کنید. سوپاپهای معیوب را تعویض کنید.
فشار مکش خیلی پایین است		
۱- مشاهده حباب در شیشهٔ رویت	۱- کمبود مبرّد	۱- نشتی را مرمت نموده و سیستم را شارژ کنید.
۲- سیکل کار کمپرسور کوتاه است.	۲- بار سبک روی اواپراتور	۲- مقدار مبرد کافی نیست.

جدول ۲-۱ : راهنمای رفع عیب سیستمهای سرمایش (ادامه)

فشار مکش خیلی پایین است (ادامه)		
علائم	**علت احتمالی**	**رفع عیب**
۳- تغییرات دمای مبرد در گذر از صافی و شیر مغناطیسی قطع	۳- صافی خط مایع مسدود است.	۳- صافی را تمیز کنید.
۴- مبرد از شیر انبساط عبور نمی‌کند.	۴- محرّک شیر انبساط شارژ نمی‌شود.	۴- محرّک شیر انبساط را عوض کنید.
۵- افت ظرفیت	۵- شیر انبساط مسدود است.	۵- شیر را تمیز یا تعویض کنید.
۶- فضای مورد تهویه خیلی سرد است.	۶- کنتاکتهای ترموستات کنترل در وضعیت بسته چسبیده‌اند.	۶- ترموستات را تعمیر و یا در صورت لزوم تعویض کنید.
۷- سیکل کار کمپرسور کوتاه است.	۷- دامنه کنترل ظرفیت کمپرسور خیلی پایین تنظیم شده است.	۷- دامنه کنترل را مجدداً تنظیم کنید.
۸- کمبود ظرفیت	۸- شیر انبساط خیلی کوچک است.	۸- از روی جدول انتخاب شیر انبساط، اندازه صحیح را جایگزین کنید.
۹- سوپر هیت خیلی زیاد است.	۹- افت فشار زیاد در اواپراتور	۹- بررسی کنید شاید متعادل‌کنندهٔ بیرونی گرفته باشد.

۲

دمپرها

دمپرها

دمپرها در سیستمهای هوارسانی، جریان هوا را به دو صورت کنترل می‌کنند؛ کنترل دووضعیتی (باز و بسته) و متعادل کردن، و این همان نقشی است که شیرها در کنترل جریان مایعات دارند.

به لحاظ اهمیت دمپرها، در این فصل سعی خواهد شد اطلاعات لازم در مورد خصوصیات دمپرها، کاربرد، عملکرد، چگونگی انتخاب و تعیین اندازه و سرویس ونگهداری آنها به طور کلی ارائه شود.

● تعاریف :

○ **تیغهٔ محرّک** (Drive Blade) - یک تیغهٔ دمپر که مستقیماً توسط عامل محرّک یا به وسیله یک زنجیر و یا محور که به آن متصل است چرخش می‌کند.

○ **درزگیرهای دمپر** (Damper Seals) - قطعاتی هستند که برای به حداقل رساندن نشت هوا از دمپر به کار می‌روند.

○ **دمپر** (Damper) - وسیله‌ای است برای تنظیم جریان هوا در یک سیستم هوارسانی که این کار را از طریق متعادل کردن جریان یا کنترل دووضعیتی (باز و بسته) انجام می‌دهد.

○ **دمپر آتش** (Fire Damper) - دمپری که عامل محرکهٔ آن گرماست. با افزایش دمای ناشی از آتش‌سوزی، این دمپر به طور خودکار بسته شده و راه عبور آتش از کانال را مسدود می‌کند. بدین ترتیب از گسترش آتش به بخشهای مختلف ساختمان جلوگیری می‌شود.

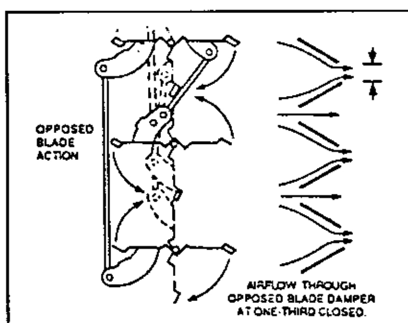
○ **دمپر تیغه متقابل** (Opposed Blade Damper) - دمپری است که تیغه‌های مجاور آن در خلاف جهت یکدیگر چرخش می‌کنند.

○ **دمپر تیغه موازی** (Parallel Blade Damper) - دمپری است که تیغه‌های آن در یک جهت چرخش می‌کنند.

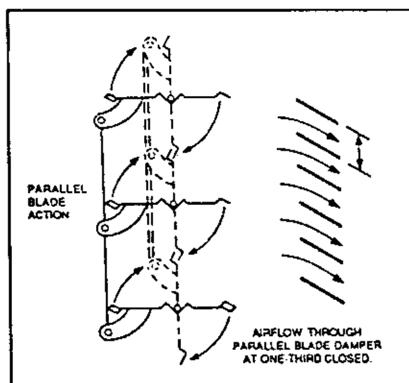
○ **دمپر خودکار** (Automatic Damper) - دمپرهایی که باز و بسته کردن آنها توسط یک موتور انجام می‌گیرد، به "دمپر خودکار" موسومند که معمولاً" به صورت خودکار کنترل می‌شوند. واکنش کند نسبت به فرامین صادره از ادوات کنترل به مفهوم تنظیم نامطلوب شرایط است.

○ **دمپر دود** (Smoke Damper) - دمپری است برای کنترل گذر دود از میان یک کانال یا یک سوراخ.

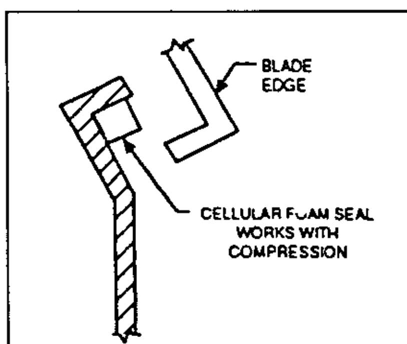
○ **دیواره** (Baffle) - تیغه‌ای است که به شکل دهانه داخل کانال قرار می‌گیرد تا مقطع کانال را تا اندازهٔ



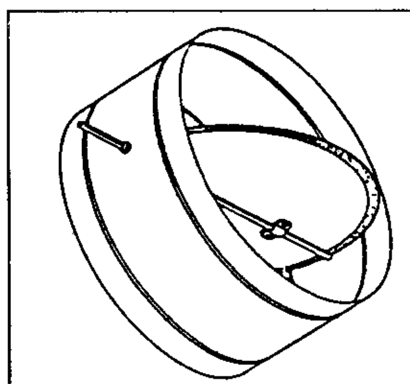
شکل ۲-۲: دمپر تیغه متقابل



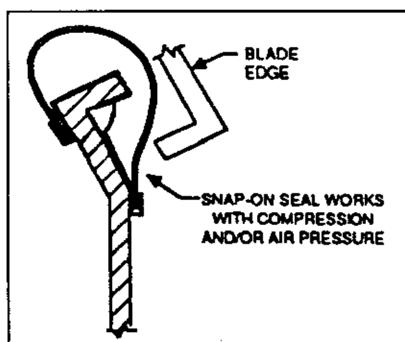
شکل ۱-۲: دمپر تیغه موازی



شکل ۴-۲: درزبند اسفنجی



شکل ۳-۲: دمپر تیغه گِرد



شکل ۵-۲: درزبند گیره‌ای

ابعاد دمپر کوچک کند.

○ **سیستم دمپر** (Damper System) - دمپر به اضافهٔ مجموعهٔ مقاومتهای مربوط به آن (شامل کـانال، محفظه‌های اختلاط، دیفیوزرها و کویلها).

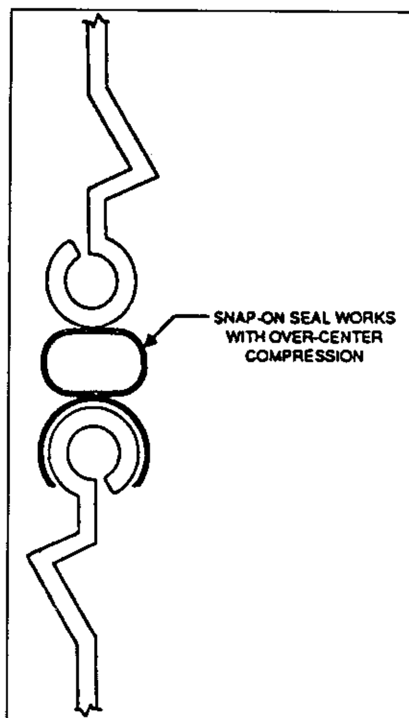
○ **محرّک** (Actuator) - وسیله‌ای است که یک دمپر یا شیر کنترل به تحریک آن تغییر حالت می‌دهد.

○ **نشت** (Leakage) - مقدار هوایی است که از لابلای دمپر بسته عبور یا به عبارت دیگر فرار می‌کند.

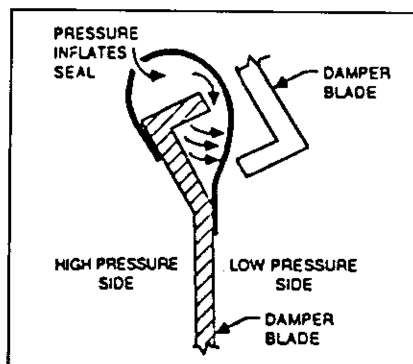
□ انتخاب دمپر

● انواع دمپر

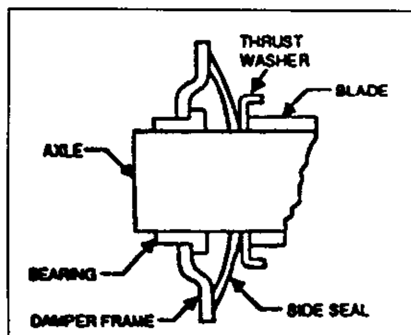
○ **دمپرهای تیغه موازی** - دمپرهای تیغه موازی (شکل ۱-۲) طوری ساخته شده‌اند که تیغه‌های آن در یک جهت می‌چرخند. با چرخش تیغه‌ها جهت جریان هوا تغییر می‌یابد. با این نـوع دمپر می‌توان تخلیط هوا را تنها با اندکی افت فشار در جریان هوا انجام داد.



شکل ۶-۲: درزبند تراکمی فرامرکزی



شکل ۷-۲: درزبند بادکنکی



شکل ۸-۲: درزبند کنار تیغه‌ای

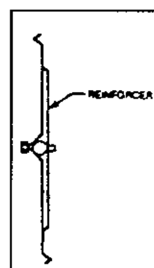
○ **دمپرهای تیغه متقابل** - دمپرهای تیغه متقابل (شکل ۲-۲) چنان ساخته شده‌اند که تیغه‌های مجاور در خلاف جهت یکدیگر می‌چرخند و با چرخش آنها تغییری در جهت جریان هوا ایجاد نمی‌شود، امّا مقاومت در مسیر جریان و نتیجتاً افت فشار افزایش می‌یابد. برای حصول یک افت فشار معین، دمپر تیغه متقابل باید بیش از دمپر تیغه موازی باز شود.

○ **دمپرهای گِرد** (Round Dampers) - دمپرهای گرد (شکل ۲-۳) نوعی از دمپر هستند که برای کنترل جریان هوای با فشار استاتیک و سرعت بالا به کار می‌روند. کوچکترین اندازهٔ این نوع دمپرها دارای یک تیغهٔ پروانه‌ای (Butterfly) است، در حالی که اندازه‌های بزرگتر آن ممکن است چند تیغه‌ای (Multiblade) باشند.

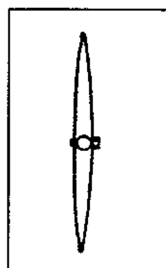
○ **دمپر کم نشت** (low Leakage Damper) - در دمپرهای کم نشت میزان فرار هوا از لابلای تیغه‌های بسته، حداقل است که این می‌تواند موجب افزایش بازده انرژی مصروفه در سیستم کنترل، ارتقاء سطح آسایش در فضاهای مسکونی، و عملکرد ایمن عناصر کنترل از قبیل کویلها شود. کم بودن نشت هوا از این دمپرها به دلیل استفاده از درزبندهای لبهٔ تیغه (Blade Edge Seals) ، درزبندهای جانبی (Side Seals) ، عناصر تقویت کنندهٔ تیغه‌ها و قاب دمپر و جنس درزبند است.

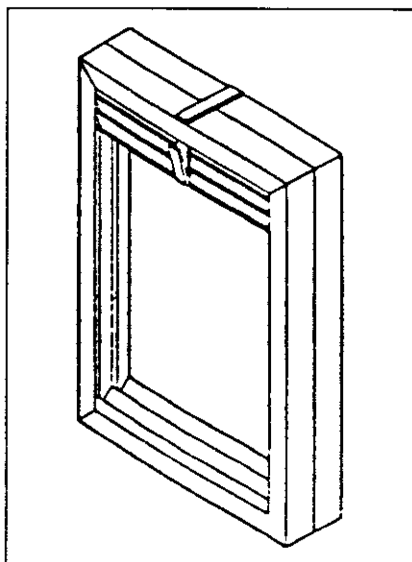
درزبندهای لبهٔ تیغه با فشرده شدن میان تیغه‌ها آنجا را درزبندی می‌کنند و بر چند نوعند:

* درزبند اسفنجی (Cellular foam Seal) (شکل ۲-۴) - که به صورت نواری از فوم روی لبهٔ تیغه قرار گرفته و



شکل ۹-۲: تیغهٔ دمپر تقویت شده


شکل ۱۰-۲: طرح تیغهٔ عدسی شکل


شکل ۱۱-۲: دمپرهای آتش دیواری/پارتیشنی

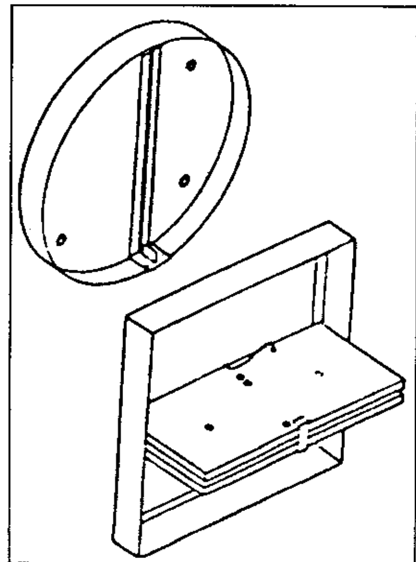
لبه‌های دو تیغهٔ مجاور را که روی هم می‌افتند (در حالت بسته) درزبندی می‌کند.

※ درزبند گیره‌ای (Snap-on Seal) (شکل ۵-۲) - که با فشرده شدن میان دو تیغه و یا تحت فشار هوا کار می‌کند.

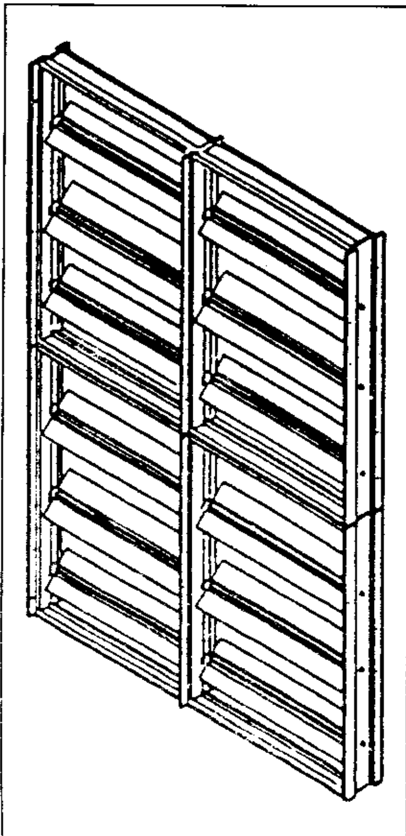
※ درزبند تراکمی فرامرکزی (Over-Center Compression Seal) (شکل ۶-۲) - که نوعی درزبند گیره‌ای است.

※ درزبند بادکنکی (Inflatable Seal)(شکل ۷-۲) - که برای درزبندی کامل لبهٔ تیغه‌ها، از اختلاف فشار طرفین تیغهٔ دمپر استفاده می‌کند.

※ درزبند کنارتیغه‌ای (Blade side Seal) - نشت هوا از میان انتهای تیغه‌ها و قاب دمپر را به حداقل می‌رساند (شکل ۸-۲). یک نوع از این درزبند، فنری از جنس استنلس استیل است. انواع دیگر آن لاستیکی بوده و به قاب دمپر پرچ می‌شوند. چنانچه درزبندهای لبهٔ تیغه‌ای مانع بسته شدن کامل تیغه‌های دمپر شوند، ممکن است نشت هوا از درزبندهای کنارتیغه‌ای را افزایش دهند.



شکل ۱۲-۲ : دمپرهای آتش سقفی



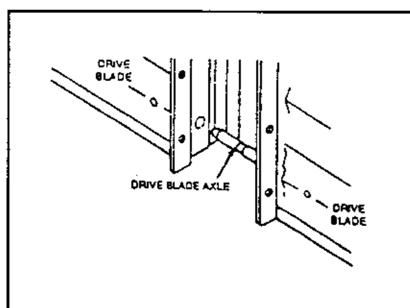
شکل ۱۳-۲ : دمپر چند بخشی

در صورت زیاد بودن بار روی تیغه‌های دمپر یا بزرگ بودن اندازهٔ آنها، باید اتصالات بین تیغه‌ها را تقویت کرد تا امکان تاب برداشتن آنها به حداقل برسد. تاب برداشتن یا خمش تیغه‌ها موجب کم شدن فشار تراکم درزبندها (به دلیل عدم امکان تماس کامل میان تیغه‌ها) شده نشت هوا را افزایش می‌دهد. به منظور کاهش امکان تاب برداشتن یا خم شدن تیغه‌ها، می‌توان آنها را با قطعهٔ دیگری تقویت کرد (شکل ۹-۲). این قطعهٔ تقویتی ممکن است فقط روی تیغهٔ محرّک یا روی چند تیغه نصب شود. طرح تیغه به شکل عدسی (شکل ۱۰-۲) علاوه بر مقاوم کردن آن در برابر خمش و تاب، موجب کاهش سروصدا و پایین آمدن مقاومت تیغه‌ها در سرعتهای بالای جریان هوا می‌شود (در حالتی که دمپر کاملا" باز است).

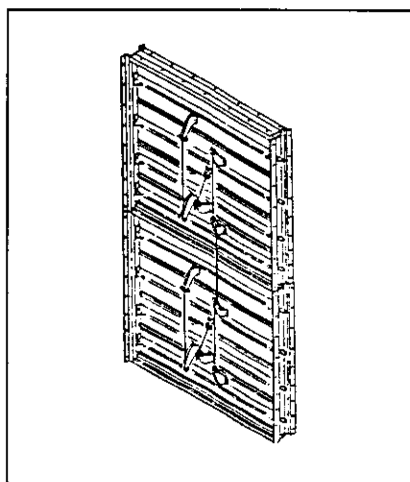
در یک دمپر کم نشت، مواد ساخت درزبند بر اساس دمای هوای جریانی انتخاب می‌شوند. درزبندهای استاندارد را می‌توان از موادی انتخاب نمود که حتی در دماهای بالاتر نیز مقاوم باشند. مثلا" جنس یک درزبند لبهٔ تیغه، از نئوپرین تا لاستیک سیلیکونی قابل تغییر است.

در شرایطی که فشار استاتیک کانال نسبتاً کم بوده امّا باید میزان نشت هوا حداقل باشد، می‌توان از یک دمپر کم نشت با دامنهٔ فشار استاتیک پایین‌تر استفاده کرد. عموماً با افزایش استحکام یک دمپر (از نظر مواد) می‌توان سرعت جریان هوا و افت فشار استاتیک در عبور از دمپر را نیز افزایش داد.

○ **دمپرهای دود** - هر دمپری که برای کنترل جریان هوا و دود مورد استفاده قرار گیرد، دمپر دود محسوب می‌شود. استاندارد UL555S این دمپرها را چنین تعریف می‌کند: "دمپرهای دود برای محدود کردن



شکل ۱۴-۲: یک روش اتصال تیغه‌های محرّک دمپرهای چندبخشی



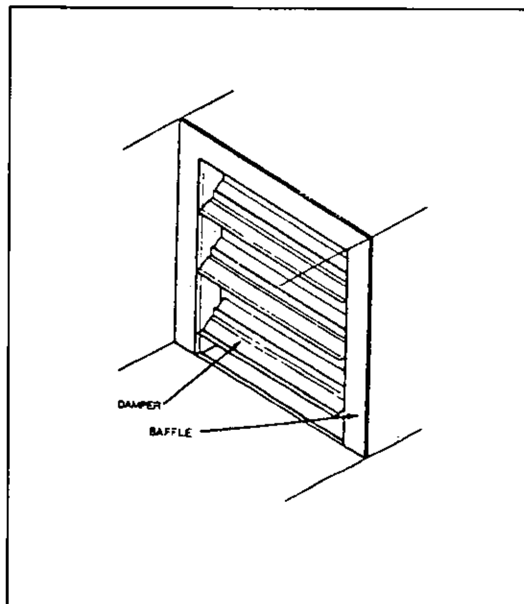
شکل ۱۵-۲: نمونهٔ دیگری از نحوهٔ اتصال تیغه‌های محرّک دمپرهای چندبخشی

گســـــترش دود در ســـــیستمهای HVAC (گـــرمایش، تـــهویه و تـــهویه مـــطبوع Heating, Ventilating & Air-conditioning) به کار می‌روند و چنان طراحی می‌شوند که در صورت وقوع آتش‌سوزی به طور خودکار بسته شوند، یا اینکه اگر در طرح سیستم HVAC موضوع کنترل دود نیز مورد نظر باشد، جابجایی دود در داخل ساختمان را کنترل کنند".

دمپرهای دود باید دارای محرّکی باشند که بتوان آن را از راه دور کنترل کرد. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد خصوصیات و چگونگی آزمون این دمپرها می‌توان به استانداردهـای مـربوطه (مـثلاً" UL555S) مراجعه کرد.

○ **دمپرهای آتش** - دمپرهای آتش در سیستمهای HVAC برای قطع خودکار جریان هوا در بخشی از سیستم هوارسانی به منظور محدود ساختن عبور شعلهٔ آتش، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دمـپرها در محل عبور کانال از دیوار یا کف آتشبند نصب گردیده و در صورت وقوع آتش‌سوزی به طور خودکار بسته می‌شوند تا از گسترش آتش از بخشی به بخش دیگر جلوگیری شود (شکلهای ۱۱-۲ و ۱۲-۲).

○ **دمپرهای چندبخشی** (Multiple Section Dampers) - دمپرهای مستطیلی تکی (Single Rectangular Dampers) طوری ساخته می‌شوند که ابعادشان تا حداکثر حدود افقی و عمودی قابل افـزایش بـاشد. اگـر شرایط سیستم، استفاده از دمپرهایی با ابعاد بیش از حداکثر حدود قابل دسترس را اقتضا کند، می‌توان چند



شکل ۱۶-۲: چگونگی تنگ شدن مقطع کانال توسط دیواره (Baffle).

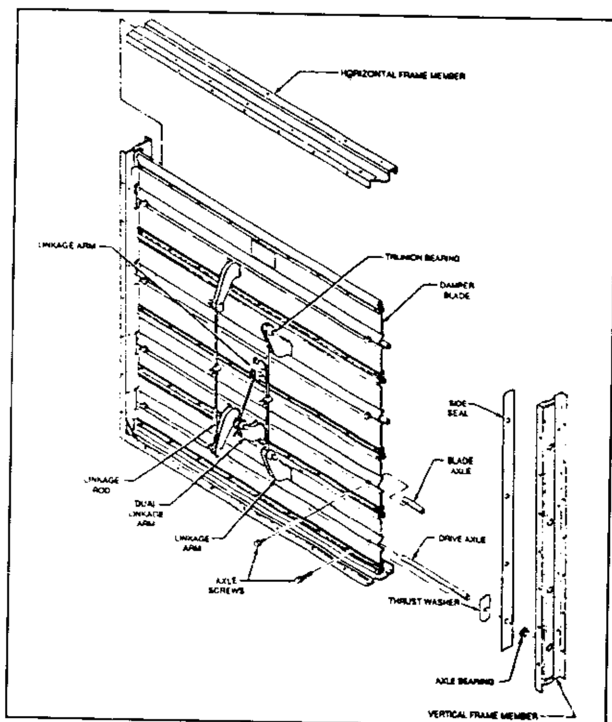
دمپر تکی را به صورت مجموعه‌ای درآورد که به آن دمپر چندبخشی می‌گویند (شکل ۱۳-۲).

تیغه‌های محرّک این دمپر در بخشهای مختلف چنان به هم مرتبط شده‌اند که تیغه‌ها در همهٔ بخشها، هماهنگ عمل می‌کنند. شکلهای ۱۴-۲ و ۱۵-۲ روشهای اتصال تیغه‌های محرّک دمپرهای چند بخشی را نشان می‌دهند.

○ **دیواره** (Baffle) - اندازهٔ مقطع کانالها ممکن است با اندازهٔ دمپرهای موجود یا مجموعهٔ دمپرهای چندبخشی، مطابقت نداشته باشد. در چنین مواردی، داخل کانال دیواره‌ای به شکل دهانه جهت کوچک کردن مقطع کانال قرار می‌دهند که دمپر را مانند یک قاب در بر می‌گیرد (شکل ۱۶-۲).

● نمونهٔ ساختمان دمپر

شکل ۱۷-۲ به طور نمونه، ساختمان یک دمپر تیغه متقابل را با اتصالات مربوطه نشان می‌دهد. به طوری که ملاحظه می‌شود اتصالات چنان ترتیب داده شده‌اند که جهت چرخش تیغه‌های مجاور، مخالف یکدیگر باشد. البته در دمپرهای تیغه موازی ترتیب اتصالات به گونه‌ای است که چرخش تیغه‌ها در یک جهت باشد.



شکل ۱۷-۲ : نمونهٔ ساختمان دمپر تیغه متقابل

● اطلاعات عملکرد

○ **شدت نشت** (Leakage Ratings)

شدت نشت دمپرها از مهمترین اطلاعات عملکردی آنهاست. شکل ۱۸-۲ نمونه‌ای است از نمودارهای شدت نشت دمپرهای با درزبند جانبی امّا بدون درزبندهای لبهٔ تیغه. گشتاور (Torque) لازم برای ایجاد نشتها، در بالای نمودار داده شده که ۶ نیوتن بر متر مربع سطح دمپر است. محور پایین نمودار، میزان نشت از دمپر را بر حسب متر مکعب بر ثانیه (m^3/s) بر متر مربع سطح دمپر نشان می‌دهد. محور قائم نیز نشان دهندهٔ فشار استاتیک هوا در عبور از دمپر (بر حسب کیلو پاسکال) است.

برای این نمونه دمپرها، فزونی نشت بیشتر به افزایش تعداد تیغه‌ها بستگی دارد تا به طول تیغه‌ها. به عنوان مثال، دمپری به ارتفاع ۱/۲m و عرض ۰/۳m از نظر مساحت معادل دمپری است به ارتفاع ۰/۳m و عرض ۱/۲m . امّا نشت دمپر اول (به ارتفاع ۱/۲m) به لحاظ افزایش تعداد تیغه‌ها، به مراتب بیشتر است. این را می‌توان با مراجعه به نمودار ۱۸ کاملاً" دریافت. شدت نشت برای این دو دمپر (با مساحت $۰/۳۶m^2$) در ۰/۲۵kPa به قرار زیر خواهد بود :

نشت = مساحت دمپر × شدت نشت/متر مربع

حداقل نشت = ۰/۳۶ × ۰/۰۵ (حداقل) = $۰/۰۱۸m^3/s$

حداکثر نشت = ۰/۳۶×۰/۱۳ (حداکثر) = $۰/۰۴۷m^3/s$

مشخصه‌های عملکرد دمپرهای کم‌نشت با دمپرهای استاندارد فرق دارند. شکل ۱۹-۲ به طور نمونه ارتباط افت فشار، شدت نشت و ابعاد دمپر را برای دمپرهای کم‌نشت، در قالب نمودار نشان می‌دهد. محور قائم سمت راست میزان نشت برای ضلع افقی (A) و محور سمت چپ میزان نشت برای ضلع قائم (B) را بر حسب لیتر بر ثانیه نشان می‌دهند. محور افقی نمودار نیز نشان دهندهٔ اندازهٔ هر ضلع بر حسب متر است. حال با استفاده از این نمودار، میزان نشت از دمپرهای مثال قبل را بار دیگر حساب می‌کنیم :

نشت از ضلع A (۰/۳m) ، نشت از ضلع B (۱/۲m) = ۰/۹۴L/s + ۲۰/۸L/s = ۲۱/۷۴L/s

اگر جای اضلاع A و B با هم عوض شود :

نشت از ضلع A (۱/۲m) + نشت از ضلع B (۰/۳m) = ۳/۴L/s + ۵/۶L/s = ۹ L/s

در بعضی کاتالوگها، اطلاعات مربوط به نشت دمپر در قالب جدول ارائه می‌شود.

○ **گشتاور** (TORQUE)

گشتاور لازم برای دمپر از اطلاعاتی است که معمولاً" در کاتالوگها ارائه می‌شود. در مورد حداقل گشتاور دو حالت باید در نظر گرفته شوند : یکی گشتاور لازم برای بستن دمپر که موجب می‌شود تیغه‌های دمپر

محکم به هم فشرده شده میزان نشت به حداقل ممکن برسد؛ و دیگری گشتاور دینامیک لازم برای غلبه بر تأثیر سرعت بالای جریان هوا روی تیغه‌ها.

○ **دما**

حداکثر دمای عملیاتی دمپرها، بالاترین دمایی است که دمپرها به طور طبیعی در آن کار می‌کنند. برای کار در دماهای بالاتر، باید جنس یاتاقانها و درزگیرها را از انواع مقاوم در برابر گرمای زیاد انتخاب کرد. بعضی از دمپرها در دامنهٔ دمای تا ۲۰۰°C به خوبی کار می‌کنند، امّا معمولاً" دامنهٔ دما در سیستمهای گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) ۹۵°C است.

○ **فشار**

حداکثر فشار وارده بر دمپر، بالاترین اختلاف فشار استاتیکی است که هنگام بسته بودن تیغه‌های دمپر بر آن وارد می‌شود. بالا رفتن این اختلاف فشار موجب افزایش گشتاور عملیاتی و نشت شده و می‌تواند صدمات فیزیکی نیز به دمپر وارد سازد. به طور نمونه، حداکثر اختلاف فشار استاتیک برای چند دمپر به قرار زیر است :

۰/۷۵kPa: دمپر استاندارد

۱/۵۰kPa : دمپر استاندارد و کم‌نشت با دمای بالا

۰/۵۰kPa : دمپر کم نشت با فشار استاتیک پایین

روش دیگر، فهرست کردن حداکثر اختلاف فشار استاتیک بر مبنای طول تیغه‌های دمپر است :

● خوردگی (CORROSION)

دمپرهای مورد استفاده در سیستمهای تهویه و تهویه مطبوع باید جهت محافظت در برابر خوردگی، گالوانیزه شده یا با روکشی از روی (Zinc) پوشیده شوند.

حداکثر اختلاف فشار استاتیک در حالت بسته (kPa)	طول تیغهٔ دمپر (m)
۲	۰/۳۰
۲	۰/۶۰
۱/۵	۰/۹۰
۱	۱/۲۰

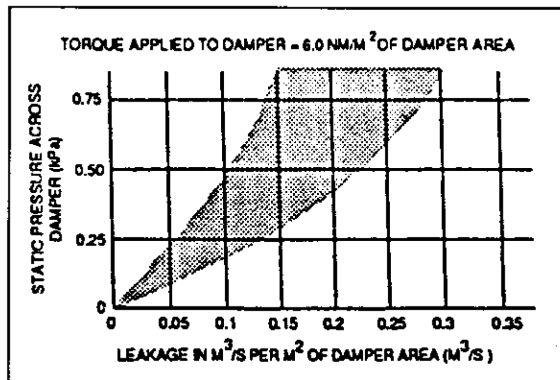
در موارد زیر دمپرها نیاز به محافظت بیشتری در برابر خوردگی دارند :

- ساختمانهای ساحلی که ذرات نمک می‌توانند همراه هوای خارج به داخل ساختمان وارد شوند.
- وقتی دمپر در کانال هوای خارج و خیلی نزدیک به ورودی هوای خارج قرار گرفته باشد و این دهانهٔ ورودی فاقد کرکره‌های ثابت جهت محافظت در برابر باران و برف باشد، یا اینکه سرعت هوای خارج ورودی در محدودهٔ ۳/۸ تا 5m/s یا بیشتر باشد.
- دمپرهای نزدیک به کویلهای پاشش
- دمپرهای نزدیک به صافیهای هوای الکترونیک با شوینده
- دمپرهای نزدیک رطوبت‌زنهای پاششی
- دمپرهای مورد استفاده در برج خنک‌کن
- دمپرهای مورد استفاده در کانالهای تخلیهٔ دود یا بخارات خورنده

دمپرهای تمام آلومینیومی یا تمام استنلس‌استیل در بسیاری از موارد مرّجحند.

● آشفتگی (TURBULENCE)

جریان هوا در یک سیستم هوارسانی، آشفته است. افزایش آشفتگی یا حالت ضربانی جریان هوا می‌تواند همان تأثیری را روی دمپر بگذارد که افزایش سرعت هوا می‌گذارد. بین سرعت هوا و آشفتگی ایجاد شده در اثر جریان هوا از میان دمپر، ارتباط مستقیمی وجود دارد. تأثیر آشفتگیهای ملایم را می‌توان



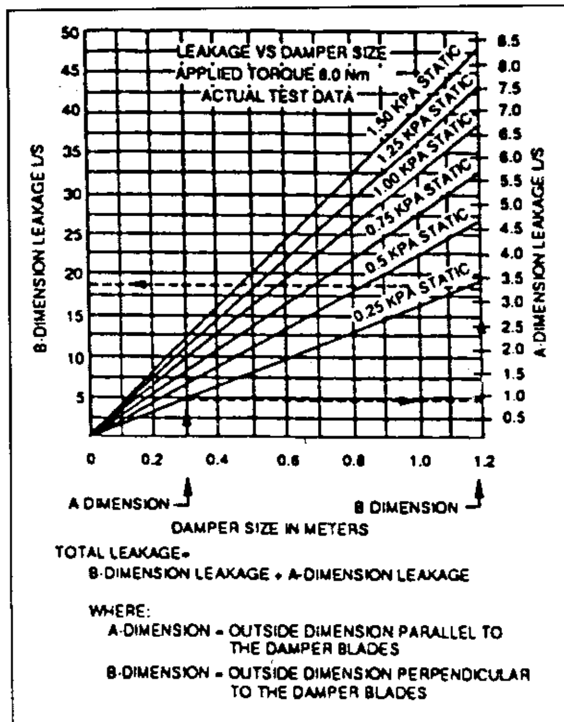
شکل ۱۸-۲ : نمودار عملکرد نشت از دمپر

توجه : میزان نشت علاوه بر مساحت دمپر، به نسبت بین ارتفاع و عرض دمپر نیز بستگی دارد. سطح سایه خورده در این نمودار، دامنهٔ تغییرات نشت را برای یک مساحت معین امّا با عرضها و ارتفاعات مختلف نشان می‌دهد.

روی دمپرهای نصب شده در نزدیکی تبدیل ناگهانی مقطع کانال یا نزدیک زانوییهای بدون پره‌های هادی، مشاهده نمود. تأثیر آشفتگیهای شدید که ممکن است موجب خرابی دمپر شود را می‌توان روی دمپرهای نصب شده در مجاورت یک بادزن مشاهده کرد. چنانچه دمپر در معرض لرزشهای شدید باشد، می‌توان شدت لرزش را با تقویت پره‌های دمپر، استفاده از میله‌های رابط بیشتر یا محرّکهای اضافی، کاهش داد. امّا روش بهتر برای پرهیز از بروز چنین مشکلاتی، انتخاب محلی برای نصب دمپر است که در آنجا هوا حداقل آشفتگی را داشته باشد. اگر آشفتگی شدید جریان هوا اجتناب‌ناپذیر باشد، باید از دمپرهای محکم‌تر که برای کار سنگین ساخته شده‌اند (Heavy Duty) استفاده کرد.

□ محرّکها و میله‌های رابط

کار محرّکها باز و بسته کردن دمپرها طبق سیگنال الکتریکی، الکترونیکی یا نیوماتیکی است که از یک کنترل کننده دریافت می‌کنند. محرّکها دو حالت کار را برای دمپرها فراهم می‌آورند؛



شکل ۱۹-۲: ارتباط افت فشار، شدت نشت و ابعاد دمپرهای کم‌نشت

معمولاً" باز (Normally open) و معمولاً" بسته (Normally closed). در کاربردهای "معمولاً" بسته"، تیغه‌های دمپر تا وقتی هیچ سیگنال کنترلی برای به حرکت درآوردن محرّک اعمال نشود، بسته می‌مانند. در کاربردهای "معمولاً" باز"، تیغه‌های دمپر تا وقتی سیگنالی به محرّک اعمال نشود، باز می‌مانند.

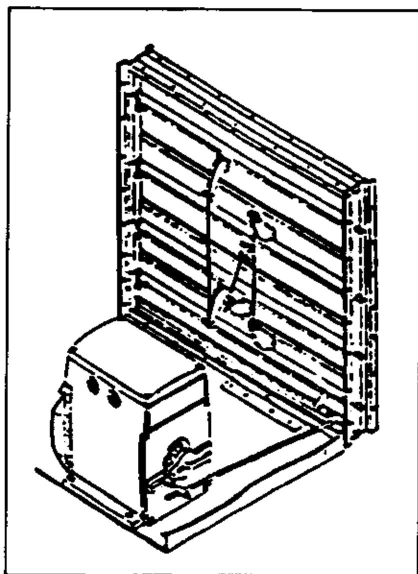
● روشهای نصب محرّک

محرّکها را می‌توان بیرون یا داخل کانال نصب کرد. شکلهای ۲۰-۲ و ۲۱-۲ چگونگی این دو حالت نصب را نشان می‌دهند.

□ محرّکهای چندگانه

دمپرهای چندبخشی را می‌توان توسط چند محرّک، به طور هماهنگ باز و بسته کرد (شکل ۲۲-۲)، که البته باید تمام بخشهای دمپر هم به صورت قائم و هم افقی به یکدیگر متصل گردند. وقتی تمام بخشها به هم متصل می‌شوند، باید دامنهٔ حرکت، گشتاور و زمان‌بندی همهٔ محرّکها یکسان باشد تا تیغه‌های دمپر تاب یا خم بر ندارد.

محرّکهای چندگانه را می‌توان جهت هماهنگی کارکرد دو یا چند دمپر در نقاط مختلف نیز به کار برد. در این صورت تمام محرّکها باید دارای یک سیگنال ورودی و یک زمان‌بندی باشند. بعضی از محرّکها را می‌توان به سیستم فیدبک جهت کنترل خودکار مجهز کرد.



شکل ۲۰-۲: محرّک الکتریکی نصب شده در داخل

□ محورهای بالابر (JACKSHAFTS)

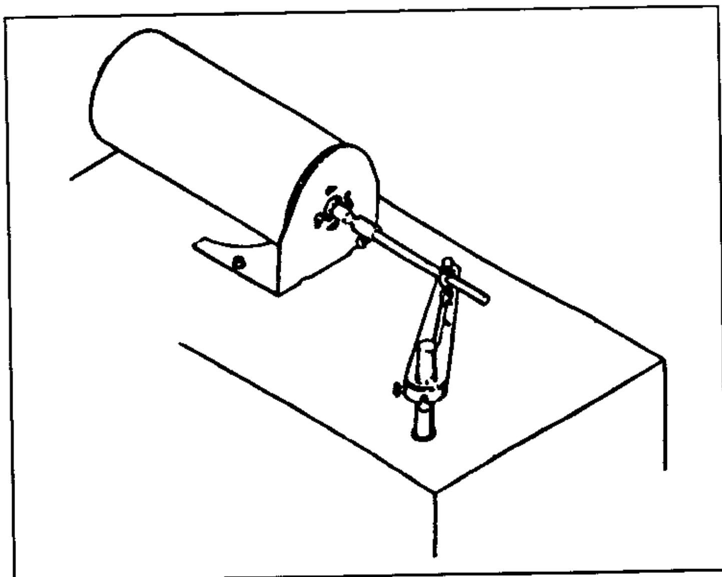
وجود محور بالابر سبب می‌شود که محرّک دمپر، بخشهای قائم مجاور را با نیروی یکنواخت به حرکت درآورد (شکل ۲۳-۲). این محور موجب هماهنگی و همزمانی عملکرد بخشهای دمپر می‌شود.

□ کاربرد انواع دمپر

● دمپرهای کنترل حجم

○ **دمپرهای متعادل‌کنندهٔ دستی** (Manual Balancing Dampers) - این دمپرها که ممکن است از انواع تک‌تیغه‌ای، تیغه موازی یا تیغه متقابل باشند، معمولاً" برای تنظیم جریان هوا در شاخه‌های سیستم کانال مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دمپرها به یک وسیلهٔ قفل‌کننده نیز مجهزند که پس از تنظیم نهایی، تیغه‌ها را قفل و ثابت می‌کنند. دمپرهای متعادل‌کننده برای بستن کانال و قطع جریان ساخته نشده‌اند.

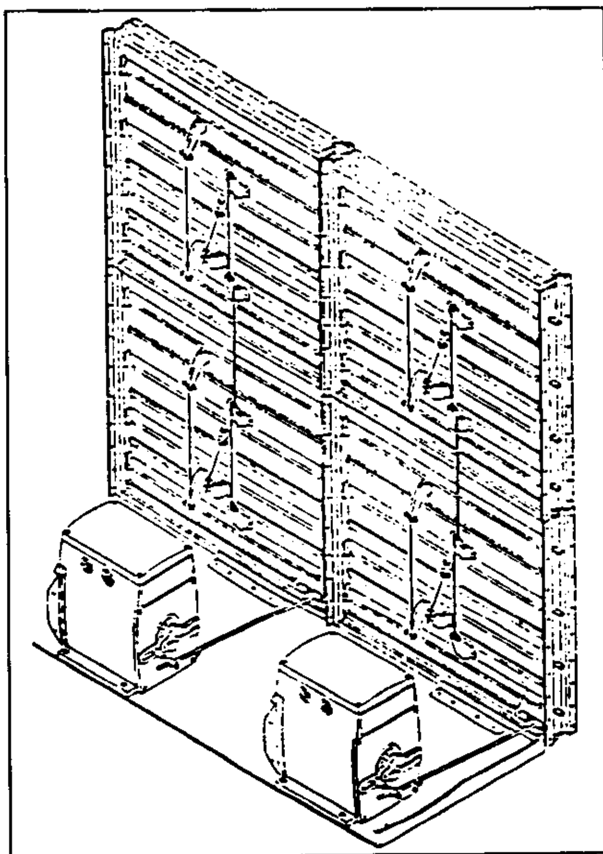
○ **دمپرهای مجزّاکننده** (Isolating Dampers) - این دمپرها که ممکن است از انواع تک‌تیغه‌ای، تیغه موازی یا تیغه متقابل باشند، معمولاً" برای تنظیم یا قطع جریان هوا در شاخه‌های سیستم کانال به کار می‌روند و اغلب دو وضعیتی (باز و بسته) هستند. این دمپرها دارای محرّک دستی، نیوماتیکی یا الکتریکی بوده و مجهز به درزبندهایی برای بالا بردن کیفیت هوابندی هستند.



شکل ۲۱-۲: محرّک نیوماتیکی نصب شده در بیرون

○ **دمپرهای تنظیم جریان** (Modulating Dampers) - این دمپرها که ممکن است از انواع تک‌تیغه‌ای ، **تیغه موازی یا تیغه متقابل باشند، به فرمان یک سیستم کنترل، جریان هوا را در شاخه‌های سیستم کانال تغییر می‌دهند. دمپرهای تنظیم جریان برای تغییر وضعیت تیغه‌ها از "کاملا" باز" تا "کاملا" بسته"، به محرّکهای** نیوماتیکی یا الکتریکی مجهزند. استفاده از انواع درزبند، کیفیت هوابندی مورد نظر را تأمین خواهد کرد. به جهت حرکت مداوم تیغه‌ها، باید توجه خاصی به یاتاقانها و قسمتهای متحرک این نوع دمپر، مبذول گردد.

○ **دمپرهای یکطرفه** (Backdraft Dampers) - این دمپرها ممکن است تک‌تیغه‌ای، تیغه موازی یا تیغه متقابل باشند، طوری طراحی شده‌اند که به جریان هوا فقط در یک جهت امکان عبور داده و مانع از جریان هوا در جهت عکس آن می‌شوند (یعنی همان کار شیر یکطرفه در سیستمهای لوله‌کشی). دمپرهای یکطرفه معمولاً به صورت ثقلی عمل می‌کنند، امّا برای کمک به باز و بسته شدن آنها ممکن است از



شکل ۲۲-۲: کنترل یک دمپر چند بخشی

محرّکهای الکتریکی، نیوماتیکی، وزنه و یا فنر نیز استفاده شود.

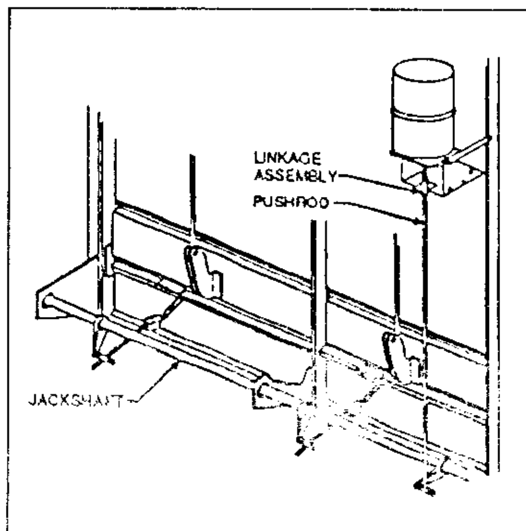
هزینهٔ اولیهٔ نصب این نوع دمپرها ممکن است کمتر از دمپرهای کنترل باشد، امّا باید انرژی مصرفی در طول عمر متصورهٔ سیستم را نیز در مدّ نظر داشت. دمپرهای یکطرفه در مقایسه با دمپرهای کنترل، معمولاً افت فشار بسیار بیشتری ایجاد می‌کنند.

○ **دمپر ورودی بادزن** (Fan Inlet Damper) - جهت حفظ بازده بادزن به هنگام کاهش جریان، مقدار جریان هوا اغلب به وسیلهٔ دمپری که در دهانهٔ ورودی بادزن نصب می‌شود، تحت کنترل قرار می‌گیرد (شکل ۲۴-۲). آرایش تیغه‌های این دمپر چنان است که در ورودی بادزن یک حالت گردبادی در همان جهت چرخش پره‌های بادزن، به هوا می‌دهند. چنانچه جهت چرخش گردباد برعکس شود، قدرت مصرفی بشدت افزایش یافته و ممکن است حالت ضربانی ایجاد شود. بنابراین هنگام سفارش بادزن باید جهت چرخش به روشنی معلوم گردد. تیغه‌های ورودی بر دو نوعند:

مخروطی (Cone Type) - که در کارخانه روی بادزن سوار می‌شود.

استوانه‌ای (Cylindrical Type) که بعداً به بادزن اضافه می‌شود.

○ **دمپرهای محفظهٔ ورودی** (Inlet Box Dampers) - این دمپرها ممکن است برای کنترل شدت جریان هوا در سیستم مورد استفاده قرار گیرند. این دمپرها نیز ممکن است از نوع تیغه موازی یا تیغه متقابل باشند (شکل ۲۴-۲). دمپر تیغه موازی طوری نصب می‌شود که تیغه‌های آن با محور بادزن موازی باشند تا



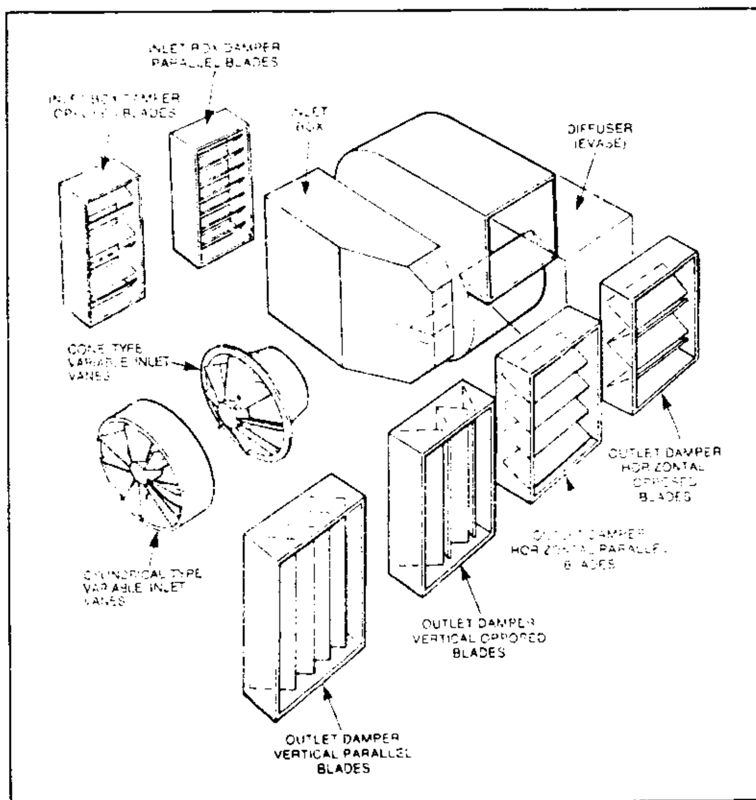
شکل ۲۳-۲: کاربرد بالابر دمپر (jackshaft)

در حالت "قسمتی بسته (Partially closed)"، در ورودی بادزن گردباد ایجاد شود.

دمپر تیغه متقابل برای کنترل جریان هوا از طریق افزایش افت فشار در حالت "قسمتی بسته" مورد استفاده قرار می‌گیرند.

○ **دمپر خروجی بادزن** (Fan outlet Damper) - این دمپرها اغلب به عنوان تجهیزات کمکی توسط کارخانهٔ سازندهٔ بادزن به آن اضافه می‌شوند (شکل ۲۴-۲). امّا در بسیاری از سیستمها، یک دمپر کنترل حجم در کانال نزدیک دهانهٔ خروجی یا در خود دهانهٔ خروجی نصب می‌شود. دمپرهای خروجی نیز ممکن است از نوع تیغه موازی یا تیغه متقابل باشند. در حالت "قسمتی بسته"، دمپرهای تیغه موازی جریان هوا را به سمت بدنهٔ کانال برمی‌گردانند که این سبب غیر یکنواختی منحنی سرعت هوا در عبور از دمپر شده ممکن است جریان را در شاخه‌های پایین‌دست کانال به شدت تحت تأثیر قرار دهد.

وقتی کنترل حجم در خروجی بادزن لازم بوده و سیستم دارای اجزاء دیگری مانند کویلها یا انشعاباتی

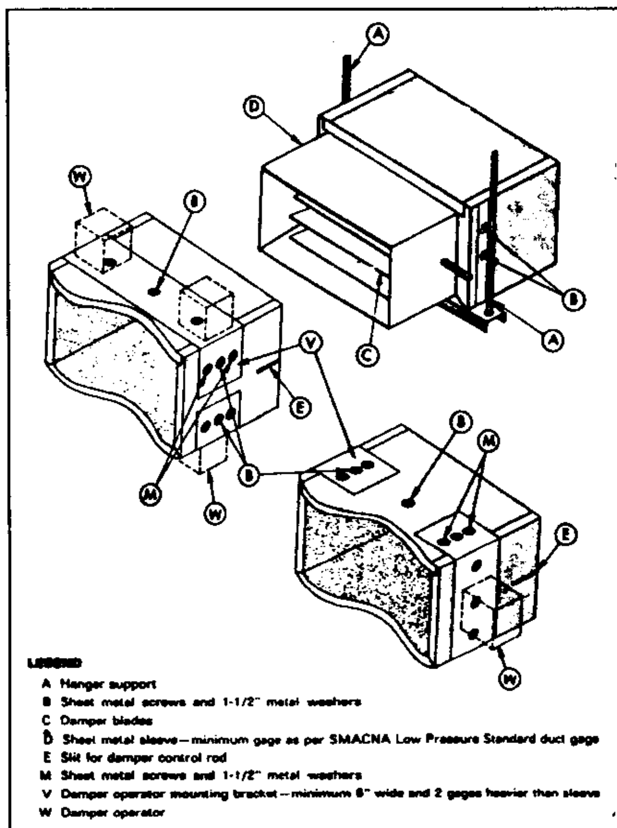


شکل ۲۴-۲: انواع دمپرهای ورودی و خروجی بادزن

در پایین‌دست جریان هوا باشد، پیشنهاد می‌شود از دمپر تیغه متقابل استفاده شود. وقتی بادزن به یک محفظهٔ بزرگ یا فضای باز دهش می‌کند، ممکن است استفاده از دمپر تیغه موازی در خروجی بادزن رضایتبخش باشد.

برای بادزنهای سانتریفوژ، بهترین حالت جریان هوا معمولاً وقتی حاصل می‌شود که تیغه‌های دمپر عمود بر محور بادزن نصب گردند. امّا ممکن است به دلایلی لازم باشد که تیغه‌های دمپر به صورت موازی با محور بادزن نصب شوند. به طور معمول، محور تیغه‌های دمپر باید افقی نصب گردد، امّا اگر در شرایطی لازم باشد که محور تیغه‌ها به طور قائم نصب شود، باید از دمپر مخصوص با یاتاقانهای کف گرد استفاده شود.

برای انتخاب صحیح دمپر، باید سرعت خروجی بادزن معلوم باشد. جهت بهبود منحنی جریان و کاهش

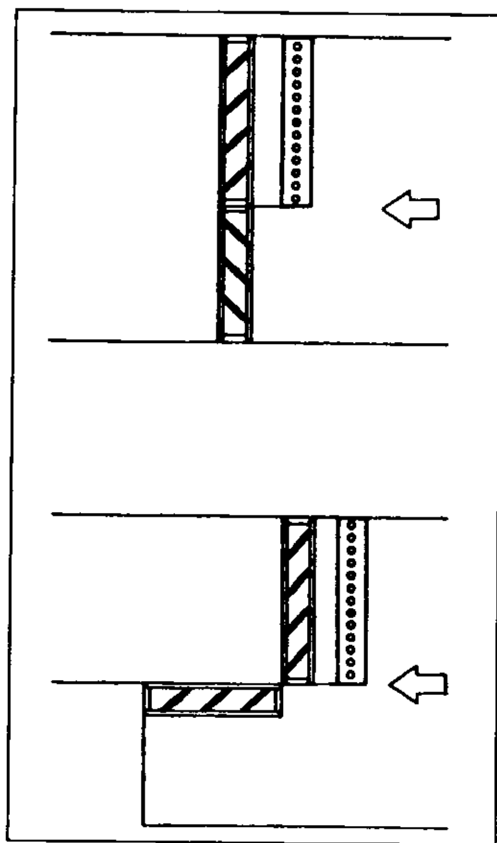


شکل ۲-۲۵: اتصال دمپر حجمی

لرزشهایی که می‌توانند طول عمر بادزن و دمپر را کوتاه کنند، بهتر است در صورت امکان دمپر را حداقل به اندازه یک قطر کانال دورتر از دهانهٔ خروجی بادزن نصب نمود. شکل ۲۵-۲ دمپرهای حجمی را نشان می‌دهد.

● دمپرهای کنترل دما

دمپرهای کنترل دما، یک جفت دمپر هستند که برای حصول دمای معین از طریق تخلیط دو جریان هوا، با هم عمل می‌کنند. این دمپرها که معمولاً به "دمپرهای روبرو و میانبر" (Face and Bypass) موسومند، یک جریان هوا را به دو قسمت تقسیم می‌نمایند که با عبور از دو مسیر (که یکی از آنها مثلاً می‌تواند شامل یک کویل گرمایی یا سرمایی باشد) دماهای متفاوتی پیدا می‌کنند و با مخلوط شدن مجدد این دو جریان، دمای مورد نظر حاصل می‌شود (شکل ۲۶-۲).

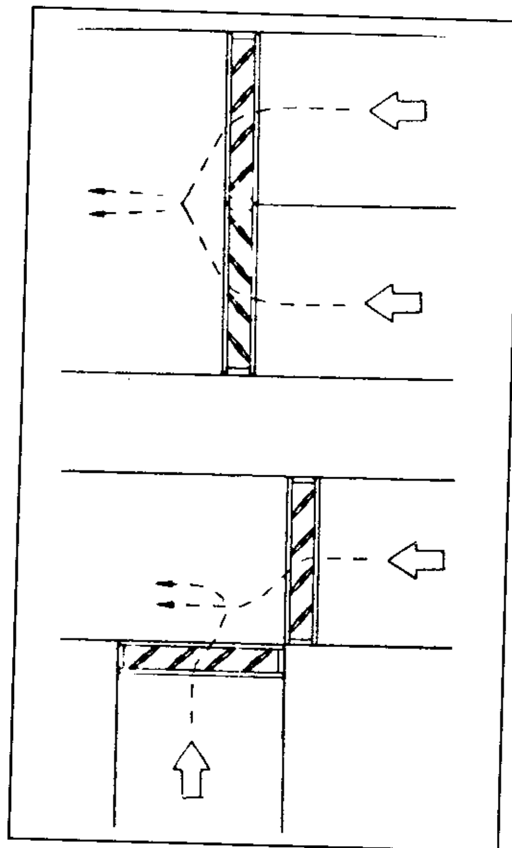


شکل ۲۶-۲: دو نمونه از ترتیب استقرار دمپرهای کنترل دما

○ **دمپرهای هوای تازه** (Fresh air Dampers) - دمپرهای هوای تازه، جفت دمپرهای تنظیم جریان تک تیغه‌ای، تیغه موازی یا تیغه متقابل هستند که به فرمان یک سیستم کنترل عمل نموده و امکان مخلوط شدن حجم معینی از هوای خارج و هوای برگشتی را جهت حصول دمای مورد نظر، فراهم می‌آورند. وقتی حجم هوای خارج ورودی به سیستم زیاد باشد، هوای اضافی از طریق یک دمپر تنظیم جریان و یا دمپر رهاکنندهٔ فشار (Pressure Relief Damper) به بیرون ساختمان رانده می‌شوند.

مخلوط کردن دو جریان هوا با دماهای متفاوت، از لایه‌بندی دمایی جریان هوا که می‌تواند در پایین دست جریان موجب یخزدگی شود، جلوگیری می‌کند (شکل ۲۷-۲).

در اینجا نیز استفاده از انواع درزبند، کیفیت هوابندی مورد نظر را تأمین خواهد کرد. به جهت حرکت مداوم تیغه‌ها، باید توجه خاصی به یاتاقانها و قسمتهای متحرک این دمپرها مبذول گردد.



شکل ۲۷-۲: دو نمونه از ترتیب استقرار دمپرهای هوای تازه

○ **دمپرهای چندناحیه‌ای** (Multizone Dampers) - دمپرهای چند ناحیه‌ای، جفت دمپرهای تنظیم جریان تک تیغه‌ای، تیغه موازی یا تیغه متقابل هستند که به فرمان یک سیستم کنترل، امکان مخلوط شدن دو جریان هوا با دماهای متفاوت را جهت حصول دمای معینی فراهم می‌کنند. معمولاً" چند جفت از این دمپرها در یک دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

● دمپرهای کنترل فشار

○ **دمپرهای تنظیم جریان** - به شرحی که قبلاً" ذکر شد.

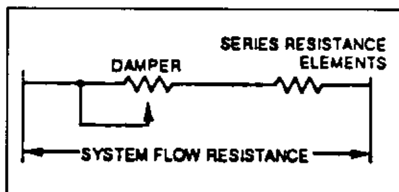
○ **دمپرهای یکطرفه** - به شرحی که قبلاً" ذکر شد.

○ **دمپر رهاکنندهٔ فشار** - این یک دمپر یکطرفه است که "خودکار" بوده و واکنش سریعی دارد، امّا کنترل فشار توسط آن چندان دقیق نیست. این دمپرها را نباید روی دیوار خارجی ساختمان برای کنترل فشار ساختمان مورد استفاده قرار داد، چرا که تندباد و جهت وزش باد روی اختلاف فشار تأثیر می‌گذارد.

دمپرهای کنترل حجم با محرّک، ممکن است همراه با یک احساسگر فشار یا کلید فشار جهت رها کردن فشار کانال مورد استفاده قرار گیرند. به این ترتیب اختلاف فشار را می‌توان به طور دقیقتری ابقاء کرد و احساسگر فشار تحت تأثیر تندباد یا جهت وزش باد قرار نمی‌گیرد. در ساده‌ترین شکل، یک کلید فشار می‌تواند به محرّکی جهت بازکردن کامل یک دمپر تیغه موازی، انرژی بدهد. به جای آن ممکن است از یک احساسگر/کنترل‌کنندهٔ فشار جهت تنظیم یک دمپر تیغه متقابل به منظور ابقاء فشار، صرف نظر از شرایط، استفاده کرد.

□ محل نصب دمپر

دمپرهایی که در کانال نصب می‌شوند باید به اندازهٔ کافی از وصاله‌هایی مثل زانویی دور باشند. دمپرهای خروجی بادزن نباید بدون توجه به تأثیر آشفتگی هوا و لرزش بادزن، مستقیماً در دهانهٔ خروجی بادزن نصب شوند.



شکل ۲-۲۸ : مقاومت در سر راه جریان هوا در یک سیستم واقعی

□ تعیین اندازهٔ دمپر

گاهی دمپرها تنها بر اساس ابعاد کانال و راحتی نصب، انتخاب می‌گردند. امّا این اغلب موجب گزینش دمپرهای بزرگتر از اندازهٔ لازم می‌شود که نتیجهٔ آن نامطلوب شدن کنترل سیستم است.

انتخاب صحیح اندازهٔ دمپر منافع زیر را در بر دارد :

* هزینهٔ نصب کمتر به دلیل کوچکتر بودن ابعاد دمپر و مضافاً کوچکتر شدن محرّکها یا کاهش تعداد آنها؛
* کاهش هزینهٔ انرژی به دلیل اینکه نشت هوا از دمپر کوچکتر، کمتر است؛
* مشخصه‌های کنترل بهتر

□ مشخصه‌های عملکرد بهتر

جهت کنترل مطلوب سیستم باید هنگام انتخاب دمپر به مشخصه‌های عملکرد و ظرفیتها توجه شود.

● **مشخصهٔ نصب** (Installed Characteristic)

مشخصهٔ ذاتی دمپر مبتنی بر یک افت فشار ثابت در عبور هوا از دمپر است که این اغلب کاربرد عملی ندارد. عناصر مقاومتی سِری مثل کویلها، دریچه‌های کرکره‌ای و مقاومت کانال، همزمان با تغییر حالت دمپر، سبب تغییر افت فشار می‌شوند (شکلهای ۲۸-۲ و ۲۹-۲). مشخصهٔ نصب توسط نسبت مقاومت عناصر سِری به مقاومت دمپر تعیین شده و برای دمپرهای تیغه موازی و تیغه متقابل، تغییر می‌کند (شکل ۳۰-۲).

مقاومت سری، مشخصهٔ جریان هوای دمپر را تغییر می‌دهد. هر چه مقاومت سِری بزرگتر باشد، این تغییر نیز بزرگتر است. نسبت مقاومت عناصر سِری به مقاومت دمپر را نسبت مشخصه (Characteristic Ratio) می‌گویند. شکلهای ۳۱-۲ و ۳۲-۲ مشخصه‌های تغییر یافته برای دمپرهای تیغه موازی و تیغه متغیر را بر اساس نسبت مشخصه‌های مختلف نشان می‌دهند.

برای دستیابی به عملکردی هر چه نزدیکتر به مشخصهٔ خطی ایده‌آل جریان، باید از نسبت مشخصهٔ ۲/۵ برای دمپرهای تیغه موازی (شکل ۳۱-۲) و ۱۰ برای دمپرهای تیغه متقابل (شکل ۳۲-۲) استفاده شود. درصد مقاومت کل مورد نیاز برای دمپر به ترتیب زیر تعیین می‌شود :

مقاومت سِری + مقاومت دمپر = مقاومت کل (۱۰۰٪)

$$\text{نسبت مشخصه (شکلهای ۳۱-۲ و ۳۲-۲)} = \frac{\text{مقاومت سری}}{\text{مقاومت دمپر}}$$

با قرار دادن (مقاومت دمپر − مقاومت کل) به جای مقاومت سِری :

$$\text{نسبت مشخصه} = \frac{\text{مقاومت کل} - \text{مقاومت دمپر}}{\text{مقاومت دمپر}} = \frac{\text{مقاومت کل}}{\text{مقاومت دمپر}} - ۱$$

برای دمپرهای تیغه موازی :

۱ ـ ۱۰۰ / مقاومت دمپر = ۲/۵

۲۹٪ مقاومت کل = مقاومت دمپر

یا : ۴۱٪ مقاومت سری = ۲۹ / (۱۰۰ ـ ۲۹)

برای دمپرهای تیغه متقابل :

۱ ـ ۱۰۰ / مقاومت دمپر = ۱۰

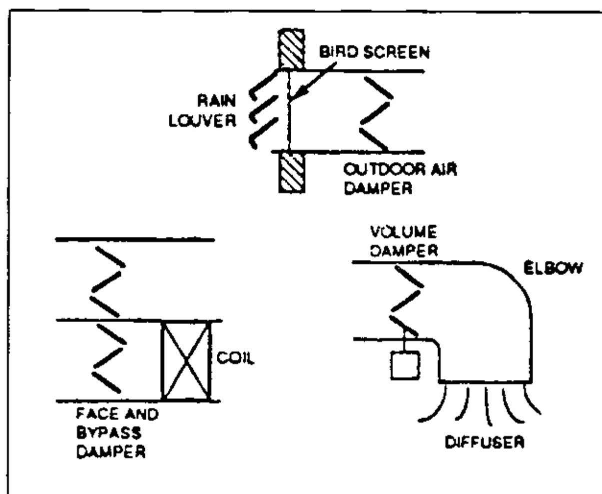
۹٪ مقاومت کل = مقاومت دمپر

یا : ۱۰٪ مقاومت سری = ۹ / (۱۰۰ - ۹)

برای مثال، اگر یک کویل با افت فشار ۰/۱۴۰kPa به طور سری با یک دمپر تیغه متقابل نصب شود (شکل ۳۱-۲)، دمپر باید افت فشاری برابر ۰/۰۱۴kPa داشته باشد (ده درصد ۰/۱۴۰kPa می‌شود ۰/۰۱۴kPa).

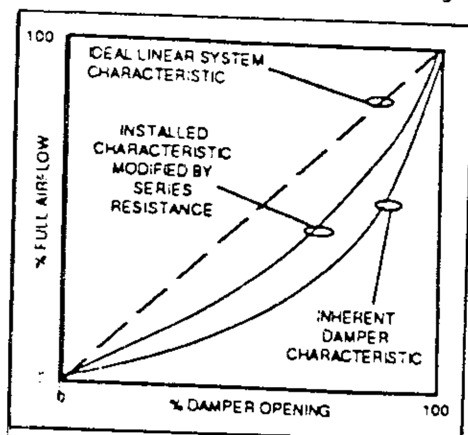
□ تعیین اندازهٔ دمپر

نسبت مطلوب مقاومت دمپر به مقاومت سری که ذکر شد، در تعیین افت فشار مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این افت فشار نیز در تعیین اندازهٔ دمپر، گام به گام مطابق روش مندرج در جدول ۱-۲، به کار می‌رود.

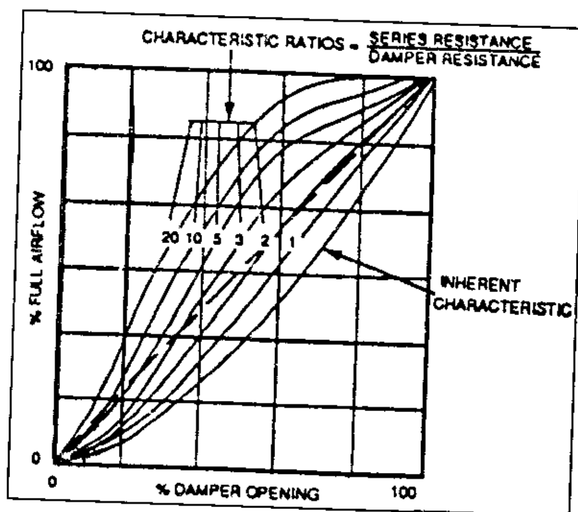


شکل ۲۹-۲ : مثالهایی از مقاومت در سر راه جریان هوا

مثال ۱ : برای کانالی به ابعاد ۹۱۵(mm)×۱۶۲۵(mm) با مساحت $۱/۴۹m^2$ که شدت جریان هوا در آن ۹۴۴۰L/s و افت فشار در عبور از دمپر تیغه موازی ۱۵Pa است، اندازهٔ دمپر مطابق جدول ۲ محاسبه می‌شود. بر اساس محاسبات مندرج در جدول، برای این کاربرد می‌توان دمپری به ابعاد ۹۱۵×۱۴۷۵(mm) با مساحت ۱/۳۵m2 انتخاب کرد.



شکل ۳۰-۲ : مشخصهٔ نصب و مشخصهٔ ذاتی یک دمپر



شکل ۳۱-۲ : مشخصه‌های سیستم دمپر با دمپرهای تیغه موازی

جدول ۱-۲ : مراحل تعیین اندازهٔ دمپر

مرحله	روش
۱	**محاسبهٔ سرعت تماس** (Approach Velocity) : $\frac{1m^3}{1000L} \times \frac{\text{(L/s) شدت جریان هوا}}{\text{(m}^2\text{) مساحت مقطع کانال}}$ = (m/s) سرعت تماس
۲	**محاسبهٔ ضریب تصحیح با استفاده از سرعت تماس محاسبه شده در مرحله ۱ :** $\frac{25}{(\text{سرعت تماس})^2}$ = ضریب تصحیح
۳	**محاسبهٔ افت فشار در سرعت 5m/s :** ضریب تصحیح (از مرحلهٔ ۲) × افت فشار در سرعت تماس = افت فشار در سرعت 5m/s
۴	**محاسبهٔ نسبت سطح آزاد** (Free Area Ratio)* : برای افت فشارهای (از مرحله ۳) بزرگتر یا مساوی 57/5Pa : $[1 + (0/085 \times \text{افت فشار})]^{0/3903}$ = نسبت برای افت فشارهای (از مرحلهٔ ۳) کوچکتر از 57/5Pa : $[1 - (0/319 \times \text{افت فشار})]^{0/2340}$ = نسبت
۵	**محاسبهٔ مساحت دمپر** (m^2) : برای دمپرهای تیغه موازی : $\left(\frac{4188 \times \text{نسبت (از مرحلهٔ ۴)} \times (m^2)\ \text{مساحت مقطع کانال}}{1550}\right)^{0/9085}$ = (m^2) مساحت دمپر برای دمپرهای تیغه متقابل : $\left(\frac{4068 \times \text{نسبت (از مرحلهٔ ۴)} \times (m^2)\ \text{مساحت مقطع کانال}}{1550}\right)^{0/9085}$ = (m^2) مساحت دمپر

* سطح آزاد دمپر عبارت است از سطح باز دمپر که هوا از آن عبور می‌کند. نسبت سطح آزاد نیز عبارت است از مساحت سطح باز دمپر تقسیم بر مساحت مقطع کانال.

□ سایر ملاحظات در انتخاب دمپر

● کنترل دو وضعیتی

۱- به طور نمونه، دمپرهای تیغه موازی نسبت به دمپرهای تیغه متقابل افت فشار کمتری دارند.

۲- باید بررسی شود که دمپر منتخب، حداکثر فشار استاتیک و نشت مقتضی را تأمین می‌کند.

● کنترل تعادل

۱- مقتضیات کاربردی را تعیین نموده و دمپر تیغه موازی یا تیغه متقابل را انتخاب کنید.

۲- باید بررسی شود که دمپر منتخب، حداکثر فشار استاتیک و نشت مقتضی را تأمین می‌کند.

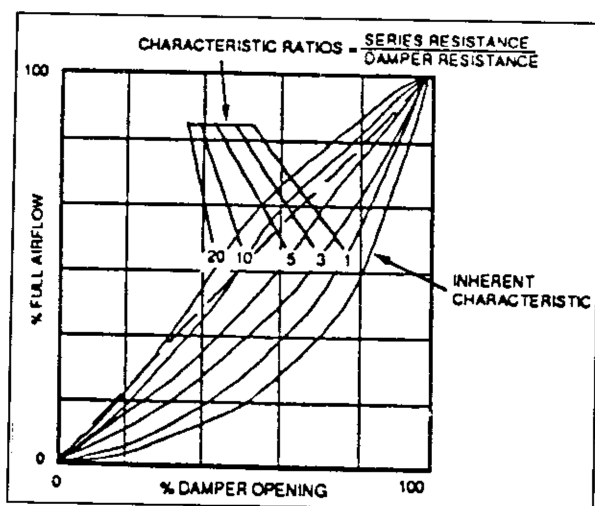
□ مشخصه‌های دمپر بزرگتر از اندازهٔ لازم

● عملکرد دمپر

دمپر بزرگتر از اندازهٔ لازم، دمپری است که نسبت مشخصهٔ آن بزرگتر از ۲/۵ برای دمپر تیغه موازی، و بزرگتر از ۱۰ برای دمپر تیغه متقابل باشد. منحنی مشخصهٔ چنین دمپری در مقایسه با منحنی مطلوب (Linear Curve) در شکلهای ۳۱-۲ و ۳۲-۲ مشاهده می‌شود.

نتیجهٔ بزرگتر بودن دمپر از اندازهٔ لازم، این است که فقط با کمی باز شدن دمپر، مقدار بیشتری هوا نسبت به آنچه در نظر بوده است از آن عبور می‌کند.

با استفاده از دمپر کوچکتر، درصد افت فشار هوا در عبور از دمپر افزایش می‌یابد. مشخصهٔ دمپر بزرگتر



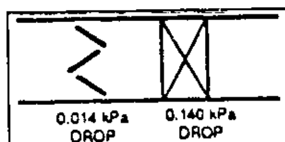
شکل ۳۲-۲: مشخصه‌های سیستم دمپر با دمپرهای تیغه متقابل

از اندازهٔ لازم بیشتر متأثر از افت فشار هوا در عبور از مقاومت سری است تا از خود دمپر (شکل ۳۳-۲).

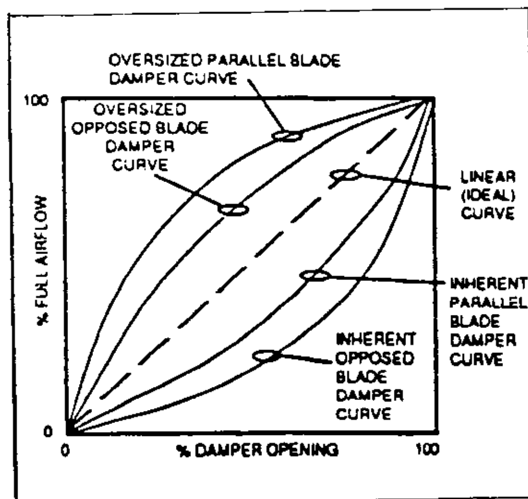
در شکل ۳۴-۲، منحنی دمپر بزرگتر از اندازهٔ لازم با منحنی خطی (حالت مطلوب) مقایسه شده است. یک دمپر تیغه موازی بزرگتر از اندازهٔ لازم در قیاس با یک دمپر تیغه متقابل بزرگتر از اندازهٔ لازم، انحراف بیشتری نسبت به منحنی خطی دارد که این عیب را می‌توان با انتخاب یک دمپر کوچکتر که افت فشار کلی بیشتری را ایجاد می‌کند، اصلاح نمود.

● حساسیت سیستم کنترل

یک دمپر بزرگتر از اندازهٔ لازم با منحنی مشخصهٔ غیر خطی، موجب تغییر حساسیت سیستم کنترل در دامنهٔ عملکرد آن می‌شود. به طوری که در شکل ۳۵-۲ دیده می‌شود، با تغییر درصد باز شدن دمپر، حساسیت سیستم نیز به میزان قابل توجهی تغییر می‌یابد. هر چه منحنی مشخصهٔ دمپر به حالت خطی نزدیکتر گردد، حساسیت سیستم نیز پایداری بیشتری یافته موجب ثبات بیشتر کنترل می‌شود. افزایش حساسیت می‌تواند موجب نوسان و تناوب در کار سیستم شده و کیفیت کنترل را تضعیف کند.



شکل ۳۳-۲: افت فشار نمونه برای کویل و دمپر (مقاومت سری)



شکل ۳۴-۲: مقایسهٔ منحنی دمپرهای بزرگتر از اندازهٔ لازم تیغه موازی و تیغه متقابل با منحنی خطی (حالت مطلوب) و منحنی مشخصهٔ ذاتی دمپرهای تیغه موازی و تیغه متقابل

جدول ۲-۲ : مراحل تعیین اندازهٔ دمپر مثال ۱

مرحله	روش
۱	سرعت تماس $= \frac{۹۴۴۰ L/s}{۱/۴۹ m^2} \times \frac{۱ m^3}{۱۰۰۰ L} = ۶/۳۴ m/s$
۲	ضریب تصحیح $= \frac{۲۵}{۶/۳۴^۲} = ۰/۶۲$
۳	افت فشار در سرعت $۵ m/s = ۱۵ Pa \times ۰/۶۲ = ۹/۳ Pa$
۴	نسبت سطح آزاد $= [۱ + (۰/۳۱۹ \times ۹/۳)]^{-۰/۲۳۴۰} = ۳/۹۷^{-۰/۲۳۴۰} = ۰/۷۲۴$
۵	مساحت دمپر (تیغه موازی) $= \frac{(۱/۴۹ m^2 \times ۰/۷۲۴ \times ۴۱۸۸)^{۰/۹۰۸۵}}{۱۵۵۰} = ۱/۳۵ m^2$

افت فشار دمپر

اگر ابعاد کانال، اندازهٔ دمپر و جریان هوا معلوم باشند، می‌توان از روش مرحله‌ای مندرج در جدول ۳-۲ برای تعیین افت فشار واقعی دمپر استفاده کرد.

مثال ۲ : یک دمپر تیغه موازی به مساحت $۱/۴۹ m^2$ در کانالی به مساحت مقطع $۱/۶۸ m^2$ قرار دارد و دبی جریان هوا ۹۴۴۰ L/s است. افت فشار این دمپر مطابق جدول ۴-۲ محاسبه می‌شود.

کنترل هوای مخلوط

شکل ۳۶-۲ یک سیستم کنترل هوای مخلوط را نشان می‌دهد. هر سه نوع دمپر (هوای خارج، هوای اخراجی و هوای برگشتی) عوامل اصلی افت فشار در کانالهای محل استقرار خود هستند. بنابراین جهت حصول یک کنترل خطی، از دمپرهای تیغه موازی استفاده شده است.

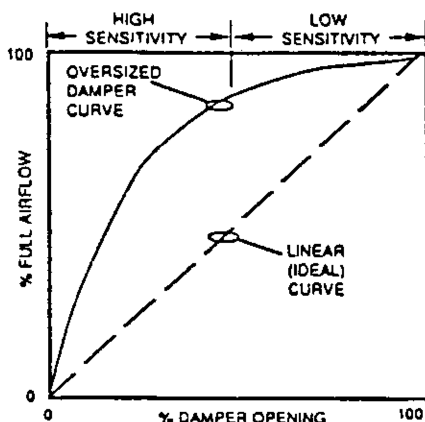
وقتی که از کرکره (Louver) یا شبکهٔ مانع ورود پرندگان به طور سری با دمپرهای هوای خارج و هوای اخراجی استفاده شود (شکل ۳۷-۲)، همچنان که دمپر بسته می‌شود افت فشار استاتیک از شبکه یا کرکره به دمپر منتقل می‌شود. برای چنین سیستمهایی استفاده از دمپرهای تیغه متقابل در سر راه هوای خارج و هوای اخراجی، منحنی مشخصه را به حالت خطی (مطلوب) نزدیکتر می‌کند. دمپر برگشت عامل اصلی

افت فشار در کانال محل استقرارش است و لذا یک دمپر تیغه موازی، حداقل افت فشار را داشته و منحنی مشخصه را خطی نگه خواهد داشت.

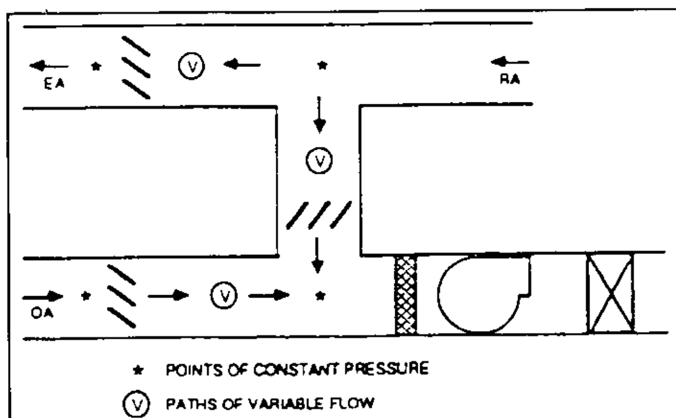
شکل ۳۸-۲ تنظیم صحیح جهت تیغه‌های موازی دمپرهای هوای خارج و هوای برگشت را برای تخلیط مؤثر این دو هوا نشان می‌دهد. تنظیم صحیح جهت تیغه‌ها به جلوگیری از ایجاد سطوح سرد در جریان هوای مخلوط که می‌تواند سبب یخ‌زدگی کویلها شود، کمک می‌کند.

□ کاربرد دمپرها

جدول ۵-۲ کاربرد انواع دمپرها را نشان می‌دهد.



شکل ۳۵-۲: *تأثیر انتخاب دمپر بزرگتر از اندازهٔ لازم روی حساسیت سیستم*



شکل ۳۶-۲: *سیستم کنترل هوای مخلوط (دمپرهای تیغه موازی)*

جدول ۳-۲ : تعیین گام به گام افت فشار دمپر

مرحله	روش
۱	**الف - تعیین تعداد بخشهای مورد نیاز :** مساحت دمپر نباید از حداکثر اندازهٔ یک بخش منفرد تجاوز کند. اگر مساحت دمپر از مساحت یک بخش منفرد بیشتر شد، آنوقت : **ب - مساحت دمپر، مساحت مقطع کانال، و جریان هوا را بر تعداد بخشهای دمپر تقسیم کنید.** **ج - از رقم بدست آمده برای مساحت یا جریان هوا (در قسمت ب)، در مراحل بعدی استفاده کنید.**
۲	**محاسبهٔ نسبت سطح آزاد*:** ○ برای دمپرهای تیغه موازی : نسبت سطح آزاد = (۰/۰۸۰ × مساحت دمپر (m^2))^{۰/۱۰۰۷} × [مساحت دمپر (m^2) / مساحت مقطع کانال (m^2)] ○ برای دمپرهای تیغه متقابل : نسبت سطح آزاد = (۰/۰۱۸ × مساحت دمپر (m^2))^{۰/۰۸۴۹} × [مساحت دمپر (m^2) / مساحت مقطع کانال (m^2)]
۳	**محاسبهٔ افت فشار در سرعت 5m/s با استفاده از نسبت سطح آزاد محاسبه شده در مرحلهٔ ۲** **افت فشار در سرعت 1000fpm محاسبه می‌شود :** ○ برای نسبت سطح آزاد کوچکتر یا مساوی ۰/۵ : افت فشار (pa) = -۱۱/۷۲ × [۱ - (نسبت سطح آزاد)^{-۲/۵۶۲}] ○ برای نسبت سطح آزاد بزرگتر از ۰/۵ : افت فشار (pa) = -۳/۱۴ × [۱ - (نسبت سطح آزاد)^{-۴/۲۷۴}]

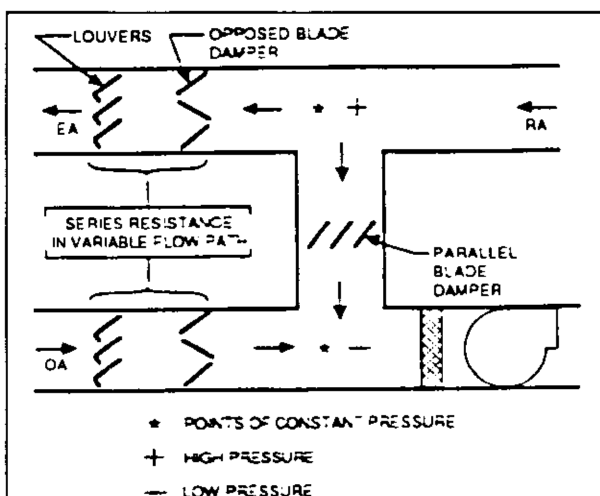
* سطح آزاد دمپر عبارت است از سطح باز دمپر که هوا از آن عبور می‌کند. نسبت سطح آزاد نیز عبارت است از مساحت سطح باز دمپر تقسیم بر مساحت مقطع کانال.

جدول ۳-۲ : تعیین گام به گام افت فشار دمپر (ادامه)

مرحله	روش
۴	محاسبهٔ سرعت تماس : $\text{سرعت تماس (m/s)} = \frac{\text{دبی جریان هوا } (m^3/s)}{\text{مساحت مقطع کانال } (m^2)}$
۵	محاسبهٔ ضریب تصحیح با استفاده از سرعت تماس محاسبه شده در مرحلهٔ ۴ : $\text{ضریب تصحیح} = \frac{25}{(\text{سرعت تماس})^2}$
۶	محاسبهٔ افت فشار دمپر : $\text{افت فشار دمپر (Pa)} = \frac{\text{افت فشار در سرعت 5m/s (مرحلهٔ ۲)}}{\text{ضریب تصحیح (مرحلهٔ ۵)}}$

□ کنترل جریان کنارگذر و جریان عبوری از روی کویل

شکل ۳۹-۲ کاربرد دمپر کنارگذر و دمپر مقابل کویل را نشان می‌دهد. به لحاظ استفاده از دمپر تیغه موازی در کنارگذر (Bypass)، افت فشار سیستم در عبور هوا از این دمپر نسبتاً ثابت است.



شکل ۳۷-۲ : سیستم هوای مخلوط با کرکره‌ها

در عبور هوا از دمپر مقابل کویل، همچنان که این دمپر بسته می‌شود، افت فشار سیستم از کویل به دمپر منتقل می‌گردد، و لذا استفاده از یک دمپر تیغه متقابل، کنترل خطی‌تری را عاید می‌کند.

□ کنترل خفقان (کاهش شدید فشار)

در این کاربرد از هر دو نوع دمپر (تیغه موازی و تیغه متقابل) می‌توان استفاده کرد. اگر عامل اصلی مقاومت سیستم، دمپر باشد، دمپرهای تیغه موازی مرجّحند. امّا اگر مقاومت قابل توجهی مانند کویل نیز وجود داشته باشد، باید از دمپرهای تیغه متقابل استفاده شود.

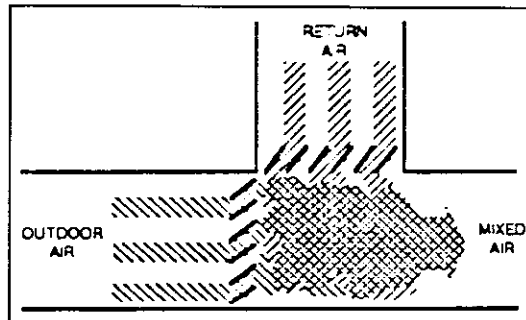
□ نگهداری دمپرها

● نگهداری دمپرهای خودکار

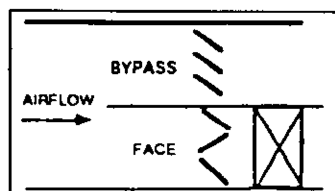
○ برای کسب نتایج مطلوب، تمام قسمتهای متحرک سیستم کنترل باید با نسبت به هم حرکت صحیحی داشته باشند.

○ روغنکاری دمپر و ابقاء تنظیم آن واجد اهمیت است.

○ تمام دمپرهای خودکار باید آزاد حرکت کنند و از این نظر باید وارسی گردیده و در محل یاتاقانها



شکل ۳۸-۲: تنظیم صحیح جهت تیغه‌های موازی دمپرها برای تخلیط مؤثر هوای خارج و هوای برگشت



شکل ۳۹-۲: کاربرد دمپر کنارگذر و دمپر مقابل کویل

روغنکاری شوند. روغن زائد باید پاک شود.

○ تیغه‌های دمپر باید در حالت بسته وارسی شوند که کاملاً کیپ باشند و عنداللزوم باید طوری تنظیم شوند که تمام تیغه‌ها کاملاً بسته شود.

○ موتورها باید در طول یک دورهٔ کار بازبینی شوند که عیبی نداشته باشند. تکیه گاه موتور باید وارسی و در صورت لزوم اصلاح شود.

جدول ۴-۲ : مراحل محاسبهٔ افت فشار دمپر مثال ۲

مرحله	روش
۱	نسبت سطح آزاد (تیغه موازی) : نسبت سطح آزاد $= (0/080 \times 1/49)^{0/1007} \times \frac{1/49}{1/68}$ $= 0/8072 \times 0/8869$ $= 0/716$
۲	افت فشار در 5m/s : افت فشار $= -3/14 \times (1 - 0/716^{-4/274})$ $= -3/14 \times -3/092$ $= 9/709$
۳	سرعت تماس : سرعت تماس $= \frac{9440\,L/s}{1/68\,m^2} \times \frac{1\,m^3}{1000\,L}$ $= 5/62\,m/s$
۴	ضریب تصحیح : ضریب تصحیح $= \frac{25}{5/62^2} = 0/792$
۵	افت فشار دمپر : افت فشار دمپر $= \frac{9/709}{0/792} = 12/26\,Pa$

اگر مساحت کانال برابر مساحت دمپر یعنی $1/49\,m^2$ بود، افت فشار دمپر 7/25Pa می‌شد.

جدول ۵-۲ : کاربرد انواع دمپر

کاربرد (کنترل)	نوع دمپر
○ هوای برگشتی	تیغه موازی
○ هوای خارج یا هوای اخراجی :	
با شبکهٔ مانع ورود پرندگان یا کرکره (Louver)	تیغه متقابل
بدون شبکهٔ مانع ورود پرندگان یا کرکره	تیغه موازی
○ مقابل کویل (Coil Face)	تیغه متقابل
○ کنارگذر (Bypass) :	
با دیوارهٔ مشبک	تیغه متقابل
بدون دیوارهٔ مشبک	تیغه موازی
○ دووضعیتی (Two-Position) (همهٔ کاربردها)	تیغه موازی

● نگهداری دمپرهای رهاکننده

در بعضی از ساختمانها در طول فصول معین، حجم بزرگی از هوای خارج برای تهویه مطبوع به ساختمان وارد می‌شود که این موجب افزایش فشار هوای داخل شده و باز و بسته کردن درها را دشوار می‌سازد. کار دمپرهای رهاکننده (شکل ۴۰-۲)، تخلیهٔ این فشار اضافی است.

دمپرهای رهاکننده که از یک سری تیغه‌های آلومینیومی سبک ساخته شده‌اند، در برخی ساختمانها نصب می‌شوند تا امکان اخراج هوای اضافی فراهم گردد.

○ کلیهٔ محورهای افقی، غیر از نوع آغشته به روغن (Oil-Impregnated type)، باید در هر بهار با لایهٔ نازکی از روغن ماشین روغنکاری شوند که البته باید روغن اضافی پاک شود.

○ تیغه‌ها ممکن است خمیدگی یا پیچیدگی پیدا کنند و باید سالی دو بار از نظر اینکه کاملاً بسته می‌شوند یا نه مورد وارسی قرار گیرند.

○ تیغه‌های معیوب باید تعمیر یا تعویض شوند.

○ کثافات، دوده، کرک و غیره نباید امکان نشستن و تجمع روی تیغه‌ها را بیابند که این موجب افزایش وزن تیغه‌ها شده ظاهر آنها را نیز ناخوشایند می‌کند.

○ چنانچه برای درزبندی اتصال قاب دمپر به ساختمان از بتونه استفاده شده است، باید بررسی شده و عنداللزوم مرمت شود.

● نگهداری دمپرهای آتش

دمپرهای آتش برای حفاظت از جان و مال ساکنین ساختمان نصب می‌شوند. البته دمپرهای آتش با این امید نصب می‌شوند که هرگز موردی برای کاربرد نداشته باشند. چنانچه این دمپرها هنگام آتش‌سوزی درست عمل نکنند، وجودشان هیچ فایده‌ای نخواهد داشت. جهت حصول اطمینان از اینکه ایمنی مورد نظر وجود دارد، هر دمپر باید سالانه وارسی شود.

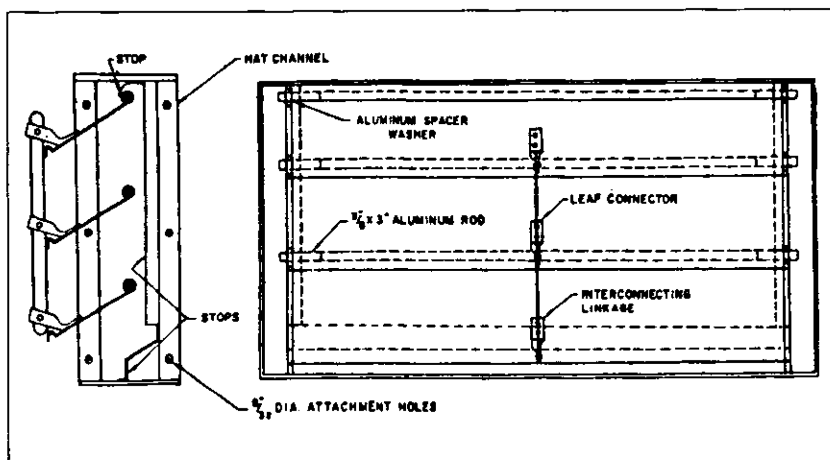
○ برای اطمینان از اینکه دمپر با نیروی وزن خود بسته خواهد ماند، میلهای رابط تیغه‌ها (با زنجیر قابل تخریب در اثر آتش) (Fusible Link) باید از تیغه‌ها جدا شوند.

○ روغنکاری یاتاقانهای دمپر آتش لزومی ندارد، امّا وجود لایهٔ روغن موجب کُندی فرایند اکسیداسیون شده و برای این منظور مفید است.

○ گاهی یک دمپر ممکن است به دلیل معیوب بودن زنجیر قابل اشتعال، یا وجود یک منبع گرمایی و یا وزن اضافی تیغه‌ها ناشی از فشار مکانیکی زنجیر قابل اشتعال، بسته باشد. در این حالت باید به ترتیب این کارها انجام گیرند؛ تعویض زنجیر معیوب، کارگذاری یک سپر غیر فلزی (Nonmetallic Shield) بین زنجیر قابل اشتعال و منبع گرما، یا استفاده از چند زنجیر قابل اشتعال موازی (که طوری قرار می‌گیرند که در صورت سوختن هر کدام، دمپر بسته می‌شود).

● دمپرهای جداکننده و دستی (Splitter and Hand Dampers)

بر حسب نیاز می‌توان انواع متعددی از دمپرها را برای تنظیم و توزیع جریان هوا مورد استفاده قرار داد.



شکل ۴۰-۲ : دمپر رهاکننده

در بیشتر موارد، این دمپرها پس از تنظیم اولیه ثابت شده و به ندرت نیاز به مراقبت دارند، مگر اینکه اصلاً توزیع هوا تغییر کند. در مواردی دمپرها را بر حسب شرایط فصل، با دست تنظیم می‌کنند. یک مثال، تنظیم دمپر هوای خارج است که به طور طبیعی در تابستان در وضعیت حداقل قرار می‌گیرد تا بار سرمایی کاهش یابد و در فصول معتدل برای همین منظور کاملاً باز می‌شود. در فصل زمستان مجدداً در وضعیت حداقل قرار می‌گیرد تا در مصرف انرژی گرمایی صرفه‌جویی شود.

۳

پمپهای سانتریفوژ

پمپهای سانتریفوژ

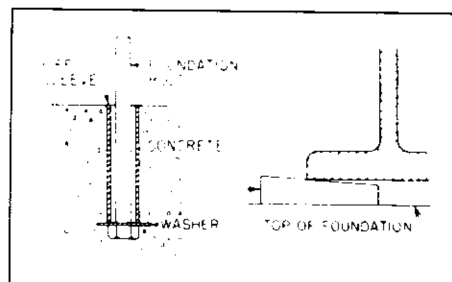
عملکرد موفق یک پمپ تا حدود زیادی بستگی به انتخاب و نصب صحیح آن دارد. جهت حصول اطمینان از حداکثر کارایی پمپ و حداقل نیاز به تعمیر و نگهداری، انتخاب پمپ باید با عرضهٔ اطلاعات صحیح به کاتالوگ صورت گیرد. بیشتر سازندگان پمپ دانستنیهای لازم در خصوص پمپ تولیدی خود را در کاتالوگ و کتابچهٔ راهنما ذکر می‌کنند؛ اطلاعاتی از قبیل چگونگی نصب، عملکرد و تعمیر و نگهداری. در این مبحث منتخبی از این گونه دانستنیها دربارهٔ پمپهای سانتریفوژ و همچنین عیوب متصوره، علت و چگونگی رفع این عیوب ذکر می‌گردد.

● کاربرد

پمپهای سانتریفوژ عمدتاً برای گردش دادن آب در کویلهای سرمایی، برج خنک‌کن، بازگرداندن چگالیده به دیگ بخار، و غیره به کار می‌روند. این پمپها در ظرفیتهای مختلف از یک تا چند هزار گالن بر دقیقه (gpm) ساخته می‌شوند. هِد آنها نیز از ۲ فوت (۰/۶ متر) تا چند صد فوت است.

● نصب

محل نصب پمپ باید در جایی باشد که انجام بازرسیهای دوره‌ای و تعمیر و راهبری در طول زمان کاری آن به راحتی میسّر شود. پمپ باید تا حد امکان نزدیک منبع مایع (مثلاً چاه آب) نصب شود تا لولهٔ مکش حتی‌المقدور کوتاه و مستقیم باشد. اتاق موتورخانه نیز باید چنان ساخته شود که حمل و نقل وسایل به داخل آن به آسانی ممکن باشد. سطحی که پمپ روی آن نصب می‌شود باید محکم و در برابر ریزش مایع، مقاوم و ایمن باشد. فونداسیون پمپ بهتر است بتنی بوده پیچهای فونداسیون نیز مطابق شکل ۱-۳ و طبق ابعاد معین شده در نقشه، داخل بتن مستقر شوند.



شکل ۱-۳: روش جاگذاری پیچهای فونداسیون

● ترازکردن

ممکن است پمپ و موتور توسط کارخانهٔ سازنده روی یک شاسی تراز شده باشند. امّا به دلیل تکانهای حین حمل و نقل، هیچ تضمینی وجود ندارد که تراز اولیه به همان صورت باقی بماند. در نتیجه لازم است که پمپ هنگام نصب روی فونداسیون بار دیگر تراز شود:

۱ - پمپ را روی فونداسیون قرار داده بین سطح فونداسیون و کف شاسی فاصله‌ای برابر ۱in (۲/۵۴cm) توسط گوه ایجاد کنید (شکل ۱ -۳).

۲ - پینهای کوپلینگ را (در صورت وجود) برداشته زاویهٔ سطح شاسی را نسبت به سطح افقی بررسی کنید. برای تنظیم زاویهٔ سطح از گوه استفاده نمایید.

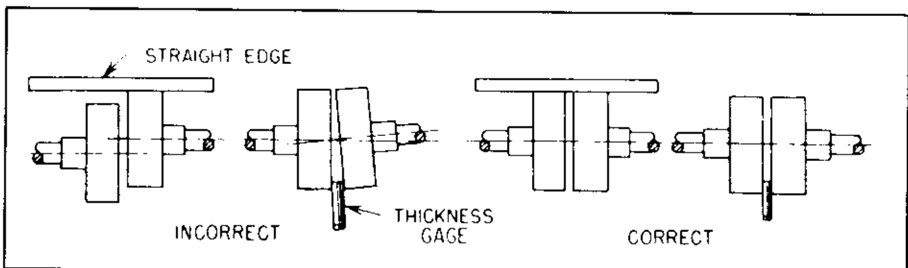
۳ پیچهای فونداسیون را به طور یکنواخت ببندید تا شاسی روی گوه‌ها محکم شود.

۴ هم‌محور بودن دو نیمهٔ کوپلینگ (که موتور و پمپ را به هم متصل می‌کند) را با قرار دادن یک خط‌کش مستقیم روی فلنج کوپلینگ مورد بررسی قرار دهید. این کار باید در چهار نقطهٔ کوپلینگ (در فواصل °۹۰) انجام شود. فاصلهٔ بین سطوح دو نیمهٔ کوپلینگ نیز باید توسط فیلر بررسی شود تا کاملاً یکنواخت باشد (شکل ۲ -۳). دو نیمهٔ کوپلینگ را می‌توان با جابه‌جایی گوه‌های زیر شاسی هم‌محور کرد. ضمن این کار شاسی نیز تراز می‌شود.

۵ دور تا دور فونداسیون را به وسیلهٔ قاب یا سدّی محصور کرده درون آن را تا نقطه‌ای حدود ۱in (۲/۵۴cm) بالاتر از کف شاسی، از سیمان پر کنید. بگذارید سیمان ۴۸ ساعت خود را بگیرد و سفت شود.

● اتصال لوله‌ها

لوله‌ها باید به طور طبیعی در یک خط قرار گیرند. هرگز نباید آنها را به زور به پیچهای فلنج رساند، چه در این صورت ممکن است پمپ از تراز خارج شود. پایه‌ها و بستهای لوله‌ها باید مستقل و چنان نصب شوند که هیچ گونه تنشی به پمپ وارد نشود. پس از نصب و استقرار لوله‌ها، بار دیگر باید تراز بودن پمپ مورد



شکل ۲ -۳: چگونگی وارسی هم‌محور بودن دو نیمهٔ کوپلینگ

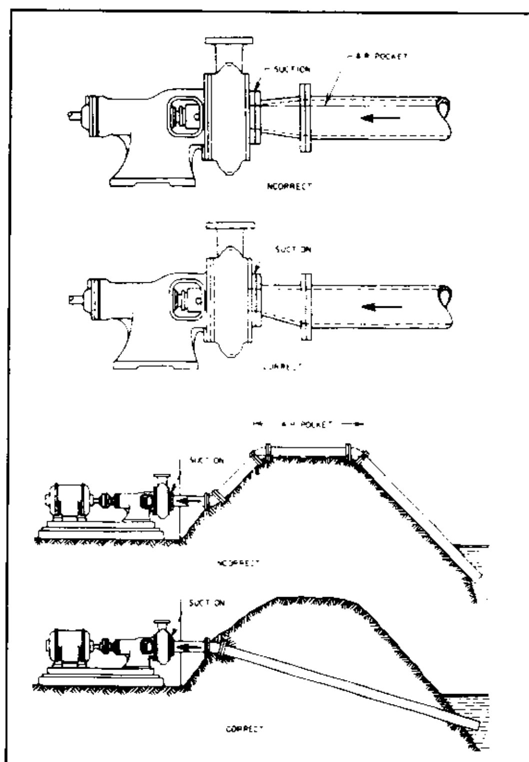
بررسی قرار گرفته و در صورت لزوم اصلاح شود. چنانچه لوله‌ها در معرض تغییرات دمایی باشند باید جهت جلوگیری از ایجاد تنش در لوله‌ها پیش‌بینی و تمهید لازم صورت گیرد.

در سیستمهای حرارت مرکزی و تهویهٔ مطبوع، پمپها داخل ساختمان نصب می‌شوند که هر گونه سر و صدایی مزاحم و اعتراض برانگیز است. در این سیستمها باید لوله‌ها را چنان نصب کرد که هیچ گونه ارتعاشی به اسکلت فلزی و دیوارهای ساختمان منتقل نشود.

● لوله کشی خط دهش

به منظور حفاظت از پمپ، یک شیر کشویی (Gate Valve) و یک شیر یکطرفه باید در خط دهش و نزدیک پمپ نصب شوند. شیر یکطرفه باید بین پمپ و شیر کشویی نصب شود.

اگر برای افزایش قطر خط لولهٔ دهش از تبدیل استفاده میشود، تبدیل باید بین شیر یک‌طرفه و پمپ قرار گیرد. قطر خط لولهٔ دهش هرگز نباید از قطر دهانهٔ دهش پمپ کوچکتر بوده بلکه ترجیحاً باید یک یا دو سایز بزرگتر از آن باشد.



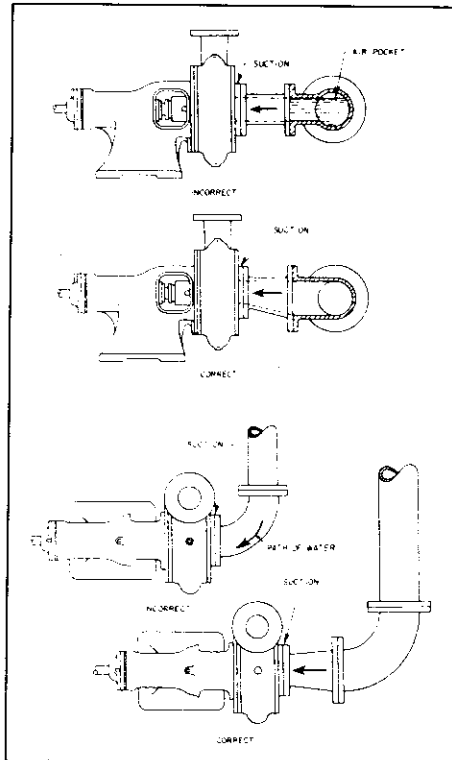
شکل ۳-۳: روشهای غلط (بالا) و صحیح (پایین) نصب پمپ

● لوله کشی خط مکش

لوله‌کشی خط مکش باید تا حد امکان مستقیم و کوتاه باشد. این خط لوله باید یک یا دو سایز بزرگتر از نازل پمپ باشد. طول و قطر لوله باید بر مبنای حداکثر مجاز ارتفاع مکش تعیین شود که هرگز از ۱۵ft(۴/۶m) تجاوز نمی‌کند (افت فشار اصطکاکی را نیز شامل است). مایعات داغ باید توسط نیروی وزن خود به نقطهٔ مکش پمپ جریان یابند. شکلهای ۳-۳ و ۴-۳ روشهای صحیح و غلط لوله‌کشی به پمپ را نشان می‌دهند. تعبیهٔ یک سوپاپ یکطرفه (Foot Valve) در خط مکش، پمپ را پر از آب نگه می‌دارد. سطح خالص سوپاپ یکطرفه باید حداقل برابر دهانهٔ مکش پمپ امّا ترجیحاً بزرگتر باشد.

● بررسی نهایی تراز بودن

پس از انجام لوله‌کشی باید یک بار دیگر تراز بودن پمپ مورد بررسی قرار گیرد، چه در صورت تراز نبودن، خط لوله در معرض تنش قرار می‌گیرد.



شکل ۴-۳: روشهای غلط (بالا) و صحیح (پایین) نصب پمپ

● جهت چرخش پروانه

شکل ۵-۳ جهت چرخش پره نسبت به دهانهٔ دهش پمپ را نشان می‌دهد. خط چینها تیغه‌های پروانه‌اند. به جهت چرخش پروانه نسبت به انحنای تیغه‌ها توجه کنید.

● راه‌اندازی پمپ

قبل از راه‌اندازی یک پمپ سانتریفوژ، باید پوسته و لولهٔ مکش آن کاملاً از آب پر باشد. در غیر این صورت پمپ کار نکرده و به جای آب، هوا را پمپ می‌کند. پمپهای سانتریفوژ را به سه طریق می‌توان پر کرد:

۱- پر کردن پوسته و لولهٔ مکش از آب و نگهداری آب درون آنها توسط شیر؛

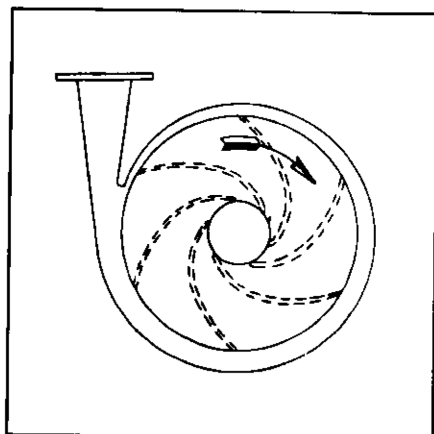
۲- پر کردن به وسیلهٔ پمپ خلاء؛

۳- پر کردن به وسیلهٔ یک ایجکتور بخار، هوا یا آب

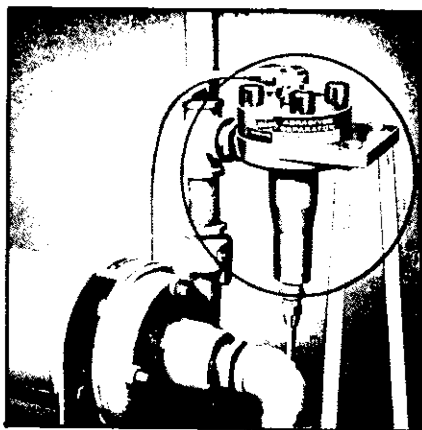
هنگام راه‌اندازی پمپ، باید شیر دهش چنان تنظیم شود که حداقل بار به محرّک تحمیل گردد. برای پروانه‌های نوع رادیال (Radial) یا نوع فرانسیس (Francis) این مقصود وقتی حاصل می‌شود که شیر بسته باشد، و برای پمپهای نوع جریان مخلوط (Mixed Flow) این شرایط هنگام باز بودن کامل شیر ایجاد می‌شود. باز کردن یک شیر بسته باید به تدریج صورت گیرد تا از وارد شدن ناگهانی بار به محرّک و ایجاد موج در خط دهش اجتناب شود.

● متوقف کردن پمپ

قبل از خاموش کردن موتور پمپ، باید شیر دهش در همان وضعیت زمان راه‌اندازی قرار گیرد تا توان



شکل ۵-۳: جهت چرخش پروانه



شکل ۶-۳: جداکنندهٔ مواد خورنده

کمتری تلف شده و از ایجاد موج در سیستم لوله‌کشی احتراز گردد.

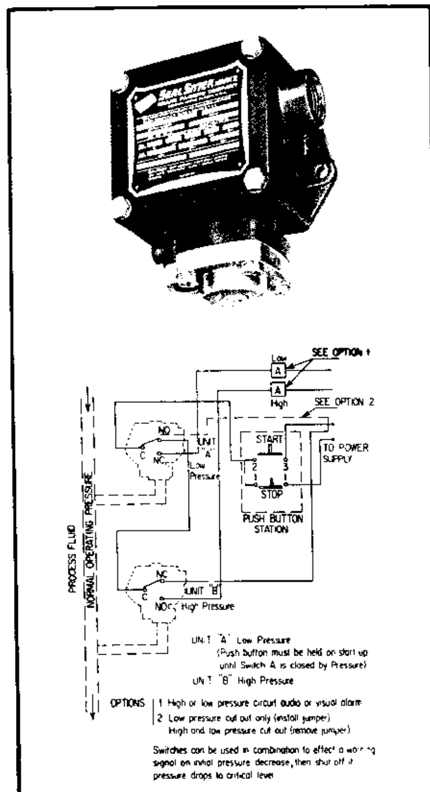
● تسمهٔ محرّک

هنگام نصب پمپی که دارای محرّک تسمه‌ای V شکل است، تسمه باید کاملاً تراز باشد، چه هر گونه ناهمترازی موجب فرسایش سریع تسمه شده عمر آن را کوتاه می‌کند. تسمه‌های V شکل باید فقط آنقدر سفت شوند که در جا سُر نخورند.

● رینگهای سایشی (Wearing Rings)

لقی رینگهای سایشی باید بر حسب نوع مایع تحت پمپاژ، در زمانهای معین وارسی شود. مایعات حاوی مواد خورنده ممکن است وارسی ماهانه را ایجاب کنند. در مورد آب سرد زلال، بازرسی سالانه ممکن است کافی باشد.

وقتی لقی رینگهای سایشی افزایش می‌یابد، دبی و هد پمپ افت می‌کند. اگر میزان لقی دو برابر لقی

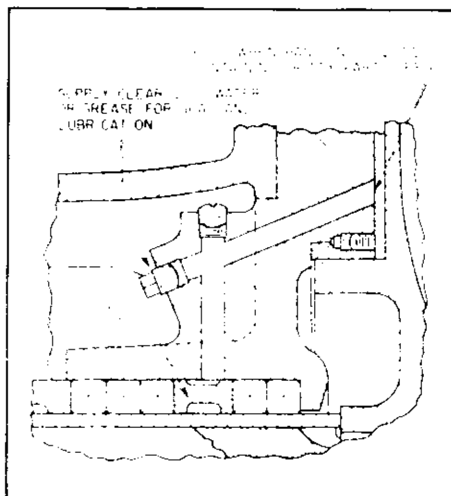


شکل ۷-۳ سوئیچ حساس به فشار جهت حفاظت از درزگیر مکانیکی

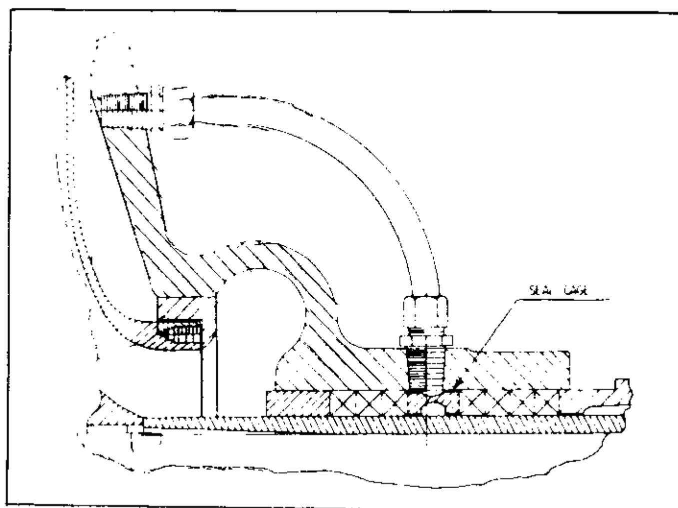
مجاز اولیه باشد، یا اینکه دبی و هد پمپ کافی نباشد، باید رینگها را تعویض کرد.

● حفاظت کاسه نمد و واشر

جایی که استفاده از یک منبع خارجیِ آب سرد زلال ممکن نباشد، می‌توان از یک جداکنندهٔ مواد خورنده استفاده کرد. این یک روش ساده و بسیار مؤثر برای جلوگیری از ورود کثافات و مواد خورنده به



شکل ۸ ۳: وقتی قرار است آب حاوی ذرات خارجی پمپاژ شود. مسیر اب‌بندی را باید مطابق انچه در این شکل نشان داده شده مسدود کرد.



شکل ۹-۳: نمونه‌ای از آب‌بندی کاسه‌نمد پمپ افقی با بدنهٔ دوتکه

سطوح کاسه نمد است؛ روشی که می‌تواند طول عمر کاسه نمد یا واشر را به چند برابر افزایش داده هزینه‌های مربوط به تعویض یا تعمیر را به میزان زیادی کاهش دهد.

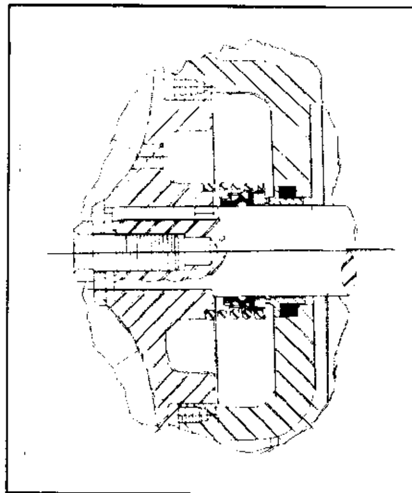
با اتصال جداکنندهٔ مواد خورنده (Abrasive Separators) به خط دهش پمپ (شکل ۶-۳)، بسیاری از مواد خارجی به طور کامل جدا شده و مایع زلال به محفظهٔ پمپ ارسال می‌گردد. بدین ترتیب سطوح کاسه نمد و واشر از تماس با مواد خورنده در امان می‌ماند. این بویژه در زمان راه‌اندازی پمپی که قرار است مایع حاوی مواد خارجی را پمپاژ کند اهمیت دارد.

● حفاظت پمپ در برابر خشک‌گردی

برای حفاظت از درزگیرهای مکانیکی، پره‌ها، رینگها و سایر اجزاء حساس پمپ در برابر صدمات ناشی از خشک گردی (Dry Running) پمپ، یک وسیلهٔ متوقف‌کنندهٔ خودکار به کار گرفته می‌شود. نمونهٔ یک سویچ فشار و سیم‌کشی مربوطه در شکل ۷-۳ نشان داده شده است. این وسیله که به سهولت قابل نصب روی سیستم است، در صورت افت فشار، کار سیستم را فوراً متوقف ساخته و یا یک هشداردهندهٔ صوتی یا لامپی را تحریک می‌کند.

● بوش محور (Shaft Sleeve)

چنانچه جلوگیری از نشت آب با کمی سفت کردن واشر ممکن نباشد، باید بوش محور تعویض شود. اگر آبی که پمپاژ می‌شود حاوی شن یا مواد سایندهٔ دیگر باشد می‌توان با تمهیدات زیر از صدمه دیدن بوش



شکل ۱۰-۳: مقر درزگیر مکانیکی به هیچ تنظیمی نیاز ندارد.

جلوگیری کرد :

۱- برای پمپهای تک ورودی، راه آب بند به کاسه نمد (Stuffing Box) بسته شود (شکل ۸-۳).

۲- برای روانکاری از گریس یا آب زلال از یک منبع دیگر استفاده شود.

۳- بوش از مرغوب‌ترین مواد مقاوم در برابر خوردگی انتخاب شود. شکل ۹-۳ نمونه‌ای از آب‌بندی کاسه نمد پمپ افقی با بدنهٔ دوتکه (Split-Case) را نشان می‌دهد که روش مذکور برای این نوع کاسه نمد قابل استفاده است، مگر اینکه نوع روانکاری تغییر کند.

چنانچه دهانهٔ مکش پمپ تحت مکش بوده و فشار آب‌بندی تأمین نشود، هوا از راه کاسه نمد به پمپ وارد می‌شود. لذا برای این آب‌بندی باید آب از منابع دیگر که فشاری بیشتر از فشار مکش پمپ دارند تأمین گردد.

چنانچه تأمین آب زلال با فشار مورد نیاز از منبع دیگر ممکن نباشد، روش دیگر این است که در مسیر لولهٔ ورود آب به قسمت آب‌بند، فیلتر نصب شود.

● واشر

وقتی سیال تحت پمپاژ، آب سرد زلال باشد، معمولاً توصیه می‌شود از واشری که از موادی با الیاف دراز بافته شده و به خوبی به روغن و گرافیت آغشته است، استفاده شود. وقتی قرار است سیالی غیر از آب پمپاژ شود، واشرهای مخصوص به کار می‌روند که در این مورد باید با کارخانهٔ سازندهٔ پمپ یا کارخانهٔ واشرسازی مشورت شود.

● درزگیرهای مکانیکی (Mechanical Seals)

درزگیرهای مکانیکی به سرعت مورد توجه قرار گرفته و در بسیاری از موارد به عنوان یک وسیلهٔ استاندارد جایگزین واشرهای معمولی می‌شوند. استفاده از این درزگیرها خاصه در مواردی که کنترل مطلق نشتی مایع ضروری باشد، توصیه می‌شود و در صورت نصب صحیح، نیاز به عامل انسانی را محدود می‌کنند. تنها کاری که این درزگیرها لازم دارند، روانکاری سطوح آنها توسط روغن یا گریس (بسته به نوع طرح و کاربرد درزگیر) بر حسب توصیه‌های کارخانهٔ سازنده است. برای کار سنگین و مداوم پمپ، دوام متوسط درزگیرهای مکانیکی ۳ تا ۴ ماه است که در مورد مایعات زلال ممکن است به ۲۴ ماه نیز برسد (شکل ۱۰-۳).

● عیب‌یابی و رفع عیب

در صورت بروز هر گونه اشکال در کار پمپ می‌توان از جدول ۱-۳ برای عیب‌یابی و رفع عیب استفاده کرد.

جدول ۱-۳: عیب‌یابی پمپهای سانتریفوژ

عیب	علت احتمالی	چگونگی رفع عیب
پمپ، آب نمی‌دهد.	● پمپ از آب پر نشده است.	● قبل از استارت یک پمپ سانتریفوژ، باید پوسته و لولهٔ مکش آن کاملاً از آب پر باشد. در غیر این صورت پمپ کار نکرده و به جای آن هوا را پمپ می‌کند. پمپهای سانتریفوژ رابه سه طریق می‌توان پر کرد: ○ پر کردن پوسته و لولهٔ مکش از آب و نگهداری آب درون آنها توسط شیر؛ ○ پر کردن به وسیلهٔ پمپ خلاء؛ ○ پر کردن به وسیلهٔ یک ایجکتور بخار، هوا یا آب
	● سرعت پمپ خیلی کم است.	● ولتاژ و چگونگی سیم‌کشی مندرج روی پلاک موتور را بررسی کنید. ● اتصال موتور به محور پمپ را مورد ملاحظه قرار دهید. ● در مورد توربینهای بخار، گاورنر را وارسی نموده معلوم دارید که آیا فشار کامل بخار را دریافت می‌کند یا نه.
	● هِد دهش بسیار زیاد است.	● شرایط کار را وارسی کنید. ببینید آیا افت فشار اصطکاکی لوله و هِدهای مکش و دهش مطابق مقادیر معین شده هستند یا نه.

جدول ۱-۳: عیب‌یابی پمپهای سانتریفوژ (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
پمپ آب نمی‌دهد. (ادامه)	● ارتفاع مکش بیش از حد زیاد است.	● میزان مکش را اندازه‌گیری کنید. مکش طبیعی نباید از ۱۵ft (۴/۶m) تجاوز کند.
	● پروانه و یا لوله‌کشی مسدود شده است. ● پره معکوس می‌چرخد.	● لوله‌کشی، صافی مکش و همچنین پروانه را وارسی کنید. ● به قسمت "جهت چرخش" مراجعه کنید.
	● پمپ هوا کشیده است.	● ورودی لولهٔ مکش را مسدود کرده لوله را تحت فشار قرار دهید. به وسیلهٔ یک فشارسنج می‌توان نشت را از روی افت فشار تشخیص داد. ● درز کردن فقط ۱٪ هوا به داخل پمپ ممکن است موجب ۱۰٪ افت ظرفیت شود. ● محل نشت را شناسایی و کاملا" آب‌بندی کنید.
آبدهی پمپ ناکافی است.	● سرعت بسیار کم است.	● ولتاژ و چگونگی سیم‌کشی مندرج روی پلاک موتور را بررسی کنید. ● اتصال موتور به محور پمپ را مورد ملاحظه قرار دهید.
	● هِد دهش بیش از میزان پیش‌بینی شده است. ● ارتفاع مکش بیش از حد زیاد است.	● شرایط کار را وارسی کنید. ببینید آیا افت فشار اصطکاکی لوله و هِدهای مکش و دهش مطابق مقادیر معین شده هستند یا نه. ● میزان مکش را اندازه‌گیری کنید. مکش طبیعی نباید از

جدول ۱-۳: عیب‌یابی پمپهای سانتریفوژ (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
آبدهی پمپ ناکافی است. (ادامه)	● پروانه یا خط مکش به طور موضعی گرفته شده‌اند.	۱۵ft (۴/۶m) تجاوز کند. ● لوله‌کشی، صافی مکش و همچنین پروانه را وارسی کنید.
	● هِد مکش برای مایع داغ کافی نیست.	● مایعات داغ تقریباً در تمام موارد باید توسط نیروی وزن جریان یافته و هِد کافی داشته باشند یا چشم پره را در خود غوطه‌ور سازند (مثل پمپهای سیرکولاتور در حرارت مرکزی). کاتالوگ کارخانجات سازندهٔ پمپ اطلاعات کاملی را در مورد لوله‌کشی خط مکش، نوع مایع و غیره ارائه می‌دهند.
	● رینگهای سایشی فرسوده‌اند.	● لقی رینگهای سایشی باید بر حسب نوع مایع تحت پمپاژ، در زمانهای معین وارسی شود. مایعات حاوی مواد خورنده ممکن است وارسی ماهانه را ایجاب کنند. در مورد آب سرد زلال، بازرسی سالانه ممکن است کافی باشد. ● وقتی لقی مجاز رینگهای سایشی افزایش می‌یابد، دبی و هد پمپ افت می‌کنند. اگر میزان لقی دو برابر لقی مجاز اولیه باشد، یا اینکه دبی و هد پمپ کافی نباشند، باید رینگها را تعویض کرد.

جدول ۱-۳: عیب‌یابی پمپهای سانتریفوژ (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
آبدهی پمپ ناکافی است. (ادامه)	● پروانه صدمه دیده است. ● شیرهای متعادل‌کننده درست تنظیم نشده‌اند.	● تعمیر یا تعویض کنید. ● بررسی کرده و بر حسب نیاز تنظیم کنید.
	● کاسه نمد پوستهٔ پمپ خراب شده است.	● تعویض کنید.
	● سوپاپ یکطرفه لولهٔ مکش (Foot Valve) یا دهانهٔ مکش پمپ به اندازهٔ کافی غوطه‌ور نشده است.	● غوطه‌وری مدخل لولهٔ مکش باید به میزان حداقل 3ft یا تقریباً یک متر زیر سطح مایع باشد.
فشار پمپ کافی نیست.	● سرعت خیلی کم است.	● ولتاژ و چگونگی سیم‌کشی مندرج روی پلاک موتور را بررسی کنید. ● اتصال موتور به محور پمپ را مورد ملاحظه قرار دهید. ● در مورد توربینهای بخار، گاورنر را وارسی نموده معلوم دارید که آیا فشار کامل بخار را دریافت می‌کند یا نه.
	● پمپ هوا می‌کشد. ● رینگهای سایشی فرسوده‌اند.	● ورودی لولهٔ مکش را مسدود کرده لوله را تحت فشار قرار دهید. به وسیلهٔ یک فشارسنج می‌توان نشت را از روی افت فشار تشخیص داد. ● درز کردن فقط ۱٪ هوا به داخل پمپ ممکن است موجب ۱۰٪ افت ظرفیت شود. ● محل نشت را شناسایی و کاملا" آب‌بندی کنید. ● به توضیحات قسمت "رینگهای سایشی" مراجعه کنید.

جدول ۱-۳: عیب‌یابی پمپهای سانتریفوژ (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
فشار پمپ کافی نیست. (ادامه)	● پروانه صدمه دیده است.	● تعمیر یا تعویض کنید.
	● کاسه نمد پوستهٔ پمپ خراب شده است.	● تعویض کنید.
پمپ مدتی کار می‌کند و بعد دیگر مکش ندارد.	● پمپ هوا می‌کشد.	● ورودی لولهٔ مکش را مسدود کرده لوله را تحت فشار قرار دهید. ● محل نشت را شناسایی و کاملا" آب‌بندی کنید.
	● کاسه نمد مسدود شده است.	● وضعیت کاسه نمد را وارسی کنید.
	● ارتفاع مکش از ۱۵ft (۴/۶m) بیشتر است.	● بررسی کنید که در خط مکش مانع مزاحمی با افت فشار زیاد وجود نداشته یا سطح آب پایین نرفته باشد.
	● ممکن است در خود مایع حبابهای هوا یا گاز ایجاد شده باشد.	● خط مکش را هواگیری کنید.
پمپ توان الکتریکی خیلی زیادی را می‌کشد. (ادامه)	● سرعت بیش از حد لازم است.	● سرعت محرّک، یا در صورت استفاده از محرّک تسمه‌ای، قطر پولی را بررسی کنید.
	● هِد موجود کمتر از هد پمپ بوده و دبی پمپ افزایش یافته است.	● با توجه به مقتضیات سیستم، انتخاب پمپ (یا قطر پروانه) را مورد تجدید نظر قرار دهید.
	● مایع تحت پمپاژ از آب سنگین‌تر است.	● وزن مخصوص و ویسکوزیتهٔ مایع را مورد بررسی قرار داده بر حسب نیاز طبق کاتالوگ سازنده تغییرات لازمه را اعمال کنید.

جدول ۱-۳: عیب‌یابی پمپهای سانتریفوژ (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
پمپ توان الکتریکی خیلی زیادی را می‌کشد. (ادامه)	● عیوب مکانیکی ایجاد شده‌اند، مثل تاب برداشتن شافت.	● بررسی کرده و عیب را رفع کنید.
	● خارج بودن شافت پمپ از محل استقرارش ● کوپلینگ فرسوده شده است.	● بررسی کرده و آن را مجدداً در خط استقرارش قرار دهید. ● آن را تعویض نمایید.
	● یاتاقانهای پمپ یا موتور فرسوده شده‌اند.	● آنها را تعویض نموده توصیه‌های کارخانهٔ سازنده را در مورد روغن‌کاری ملحوظ بدارید. ● شافت‌ها را بازبینی کرده آنها را مجدداً در محل استقرارشان قرار دهید.
	● فوندانسیون یا نصب ناصحیح ● ارتعاش لوله و یا تنش ناشی از انبساط و انقباض لوله ● سرعت آب	● استحکام فوندانسیون و پیچ و مهره‌های مربوطه را بررسی کنید. ● بررسی کنید که آیا در اثر انبساط و انقباض لوله‌ها، پمپ جابه‌جا شده است یا خیر. ● شافت‌ها را مجدداً در محل استقرارشان قرار دهید. ● بررسی کرده آویزها و وسایل کاهش تنش اعمالی به پمپ را تعویض یا اضافه کنید. ● منحنی مشخصهٔ فعلی پمپ را نسبت به مشخصهٔ سیستم

جدول ۱-۳: عیب‌یابی پمپهای سانتریفوژ (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
پمپ توان الکتریکی خیلی زیادی را می‌کشد. (ادامه)	● پمپ نزدیک یا جلوتر از نقطهٔ انتهای منحنی مشخصه‌اش کار می‌کند.	مورد بررسی قرار داده و بر حسب لزوم قطر پروانه را کاهش دهید. ● افت فشار سیستم را با استفاده از شیرهای متعادل‌کننده یا شیرهای کنترل، افزایش دهید. ● منحنی مشخصهٔ فعلی پمپ را نسبت به مشخصهٔ سیستم مورد بررسی قرار داده و بر حسب لزوم قطر پروانه را کاهش دهید.
سر و صدای پمپ یا سیستم	● پمپ هوا می‌کشد و یا اینکه فشار مکش آن پایین است.	● چگونگی اتصال منبع انبساط به سیستم را نسبت به خط مکش پمپ بررسی نمایید. ● در مورد پمپ‌های گردش‌دهندهٔ آب به برج خنک‌کن یا مخزن ذخیره، قطر لوله‌های مدار را مورد بررسی قرار دهید. ● مقدورات واقعی پمپ را نسبت به مقتضیات سیستم مورد بررسی قرار دهید. ● بررسی کنید که آیا در خط مکش پمپ، ورود گردبادی هوا صورت می‌گیرد یا خیر.

۴

بادزنها

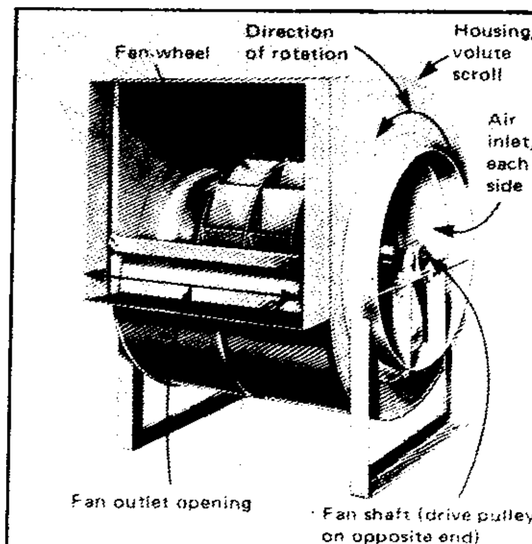
بادزنها

بادزن نوعی توربو ماشین است که به وسیلهٔ تیغه‌های خود به هوا انرژی داده آن را به جریان در می‌آورد.

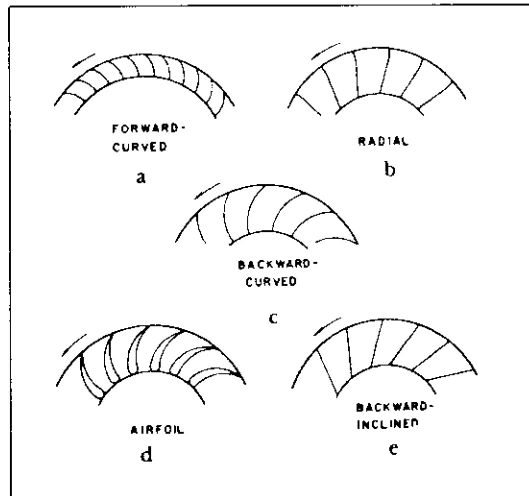
ظرفیت بادزن در سیستم آحاد آمریکایی بر حسب فوت مکعب بر دقیقه (cfm)، و در سیستم آحاد بین‌المللی بر حسب متر مکعب بر ساعت (m/h) یا لیتر بر ثانیه (L/s)، اندازه‌گیری می‌شود. بادزن چنان انتخاب می‌شود که بتواند مقدار هوای مورد نیاز را با فشار کار لازم به سراسر سیستم توزیع ارسال کند. هر افزایشی در فشار کار بادزن، از ظرفیت آن می‌کاهد. افزایش دبی بادزن موجب کاهش فشار کار آن می‌شود. با افزایش دبی بادزن، قدرت مورد نیاز آن نیز فزونی می‌یابد.

فشار کار بادزن عبارت است از حاصل جمع مقاومتهای اصطکاکی در سر راه جریان هوا در دریچهٔ ورودی، کویلها، فیلترها، هواشوی، کانال و غیره. بدیهی است که هر افزایش مقاومت، مثل کثیف شدن فیلترها و کویلها، یا وجود هر گونه مانعی بر سر راه جریان هوا، موجب کاهش جریان می‌شود.

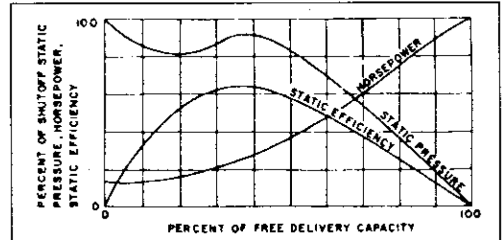
هر کاهش عمدهٔ فشار کار بادزن منجر به افزایش بیش از حد جریان هوا شده و ممکن است باعث شود که موتور تحت اضافه بار کار کند. در طرح بعضی از بادزنها محافظتهای لازم در برای اضافه بار منظور می‌شوند، امّا در بسیاری دیگر چنین نیست. چنانچه سیستم بدون فیلتر، با درهای باز، و بدون دریچه‌های خروجی کار کند، به موتور بار اضافی تحمیل می‌شود. هر گاه لازم آید که بادزن تحت چنین شرایطی کار



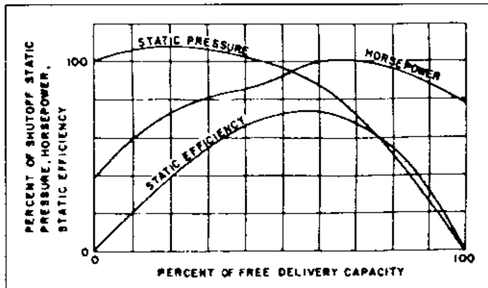
شکل ۱-۴ : بادزن سانتریفوژ



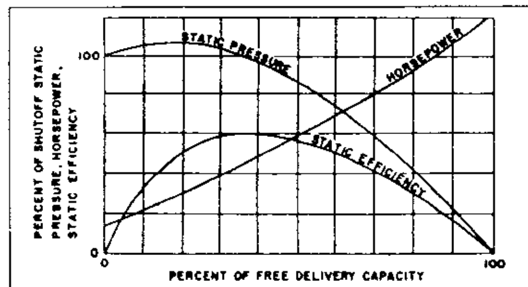
شکل ۲-۴: *انواع تیغه‌های بادزن سانتریفوژ*



شکل ۳-۴: *منحنی مشخصهٔ بادزن سانتریفوژ که تیغه‌هایش به سمت جلو انحنا دارند.*



شکل ۴-۴: *منحنی مشخصهٔ بادزن سانتریفوژ که تیغه‌هایش به سمت عقب انحنا دارند.*



شکل ۵-۴: *منحنی مشخصهٔ بادزن سانتریفوژ با تیغه‌های رادیال*

کند، باید موتور مرتباً وارسی شود که بیش از حد گرم نشده باشد.

بادزنها به طور کلی در دو دستهٔ کلی طبقه‌بندی می‌شوند: بادزنهای جریان شعاعی یا سانتریفوژ **و** بادزنهای جریان محوری.

● بادزنهای سانتریفوژ (Centrifugal)

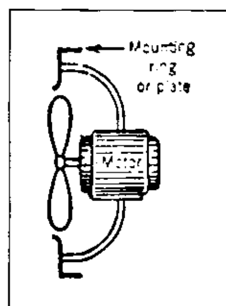
این بادزن تشکیل شده است از یک محور گردنده با تعدادی تیغهٔ شعاعی که در داخل محفظه‌ای حلزونی قرار گرفته‌اند. هوا در جهت محور بادزن وارد و در جهت عمود بر محور خارج می‌شود (شکل ۱-۴). این بادزنها بر حسب انحناء تیغه‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند.

○ تیغه‌های خم جلو (Forward-Curved Blades)

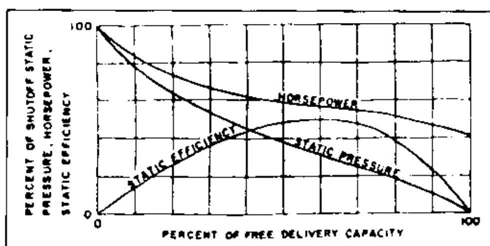
در این نوع بادزن (شکل a-۲-۴) انحناء تیغه‌ها در جهت چرخش محور است، به طوری که در منحنی مشخصهٔ این نوع بادزن (شکل ۳-۴) دیده می‌شود. فشار استاتیک بادزن با افزایش دهش بادزن تا میزان ۲۰٪ ظرفیت آن، کاهش یافته و سپس با افزایش دهش تا میزان ۴۰٪ ظرفیت بادزن، افزایش می‌یابد. از این نقطه به بعد با افزایش دبی هوا، فشار استاتیک بادزن به شدت افت می‌کند. همچنین با افزایش دبی هوا، قدرت فزونی خواهد یافت. دهش بادزن به وسیلهٔ دمپر تنظیم می‌شود.

○ تیغه‌های خم عقب (Backward-Curved Blades)

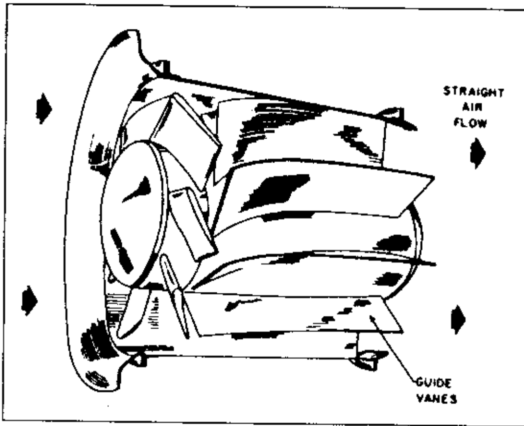
در این نوع بادزن (شکل c-۲-۴) انحناء تیغه‌ها به سمت عقب یعنی خلاف جهت چرخش محور است. با نگاهی به منحنی مشخصهٔ این نوع بادزن (شکل ۴-۴) درمی‌یابیم که فشار استاتیک با افزایش دهش هوا تا میزان ۲۰٪ ظرفیت بادزن افزایش یافته و سپس با افزایش دهش، نقصان می‌یابد. قدرت نیز با افزایش دبی تا میزان ۶۵٪ ظرفیت بادزن، فزونی یافته و از آن به بعد روبه نقصان می‌گذارد. بنابراین موتور بادزن هیچگاه تحت اضافه‌بار قرار نخواهد گرفت و لذا این نوع بادزن در بین انواع بادزن سانتریفوژ از همه کم صداتر است.

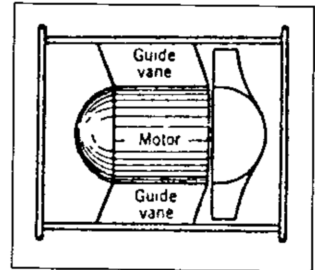


شکل ۶-۴ : بادزن پروانه‌ای



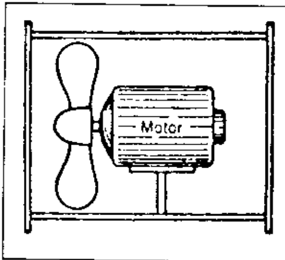
شکل ۷-۴ منحنی مشخصهٔ بادزن پروانه‌ای

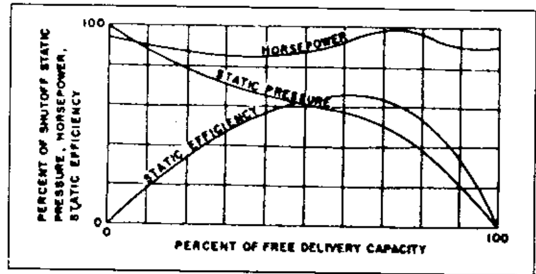




شکل ۸-۴: بادزن نوع پره محوری

شکل ۹-۴: تیغه‌های بادزن نوع پره محوری





شکل ۱۰-۴: منحنی مشخصهٔ بادزن جریان محوری

شکل ۱۱-۴: بادزن نوع پروانه در لوله

○ **شعاعی یا رادیال** (Radial)

در این نوع بادزن (شکل b-۲-۴) تیغه‌ها دارای انحناء نیستند. از منحنی مشخصه این بادزن (شکل ۵-۴) چنین بر می‌آید که همزمان با افزایش دهش هوا قدرت متناسباً فزونی می‌یابد. از اینرو همچنان که میزان هوای خروجی از بادزن افزایش یافته به ۱۰۰٪ نزدیک می‌شود، امکان قرار گرفتن موتور تحت اضافه بار وجود دارد و بادزنی که تحت اضافه‌بار کار کند، سروصدا خواهد داشت.

اصولاً بادزنهای رادیال از نظر خصوصیات، چیزی بین دو نوع قبلی هستند و به دلیل نداشتن ویژگیهای دلخواه، به ندرت در تأسیسات تهویه مطبوع به کار می‌روند.

□ کاربرد بادزنهای سانتریفوژ

این بادزنها به دلیل کارکرد کم صدا و کارایی عملیاتی کافی در فشارهای زیاد، در بیشتر تأسیسات تهویه

مطبوع مورد استفاده قرار می‌گیرند. جریان هوا در این بادزنها بر حسب مقتضیات توزیع هـوا بـه سـادگی توسط وسایل کنترل، قابل تنظیم است. این بادزنها ممکن است به طور مستقیم یا توسط پولی و تسمه به موتور اتصال یابند.

امّا در بین انواع بادزنهای سانتریفوژ، بادزن با تیغه‌های خم عقب، از بازدهی بیشتری برخوردار است. امّا با تیغهٔ هم اندازه، بادزن با تیغه‌های خم جلو در فشار کمتر، دهش بیشتری دارد. برعکس، بادزن با تیغه‌های خم عقب مقدار هوای کمتری با فشار بیشتر تحویل می‌دهد. لذا در مواردی کـه مـقدار هـوادهی اهمیت بیشتری دارد از بادزنهای سانتریفوژ با تیغه‌های خم جلو، و در جایی که بادزن باید مقاومت اجزاء سیستم کانال را جوابگو باشد، از بادزن با تیغه‌های خم عقب استفاده می‌شود.

چون تعداد تیغه‌ها در بادزن با تیغه‌های خم جلو نسبتاً زیاد و تمیز کردن آن دشوار است، در مواردی که هوا دارای آلودگیهایی مثل روغن و گرد و غبار باشد، استفاده از بادزن با تیغه‌های خم عقب بهتر است.

بادزن با تیغه‌های خم جلو در دور کمتری نسبت به نوع خم عقب چرخش می‌کند. لذا برای افزایش دوام محور، معمولاً در دماهای بالاتر از بادزنهای سانتریفوژ با تیغه‌های خم جلو استفاده می‌شود.

بادزنهای با تیغهٔ شعاعی (رادیال) در مقابل نیروی گریز از مرکز مقاومت زیادی دارند. به همین دلیل در مواردی که فشار بالا باشد به کار می‌روند.

● بادزنهای جریان محوری (Axial Flow Fans)

این بادزنها که هوا را به موازات محور خود جریان می‌دهند بر چند نوعند :

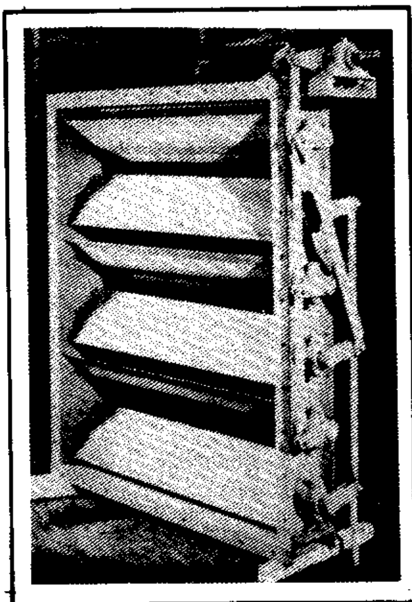
○ نوع پروانه‌ای (Propeller)

این نوع بادزن (شکل ۶-۴) در مواردی که برای تهویه یا تخلیهٔ هوای یک محل از سیستم کانال استفاده نشود و مقاومت در سر راه جریان هوا کم باشد (فشار استاتیک حداکثر برابر ۰/۵ اینچ آب) مورد استفاده قرار می‌گیرد و محل نصب آن روی پنجره یا سوراخ دیوار است. پنکه‌های معمولی نیز نوعی از همین بادزن می‌باشند. شکل ۷-۴ منحنی مشخصهٔ این نوع را نشان می‌دهد.

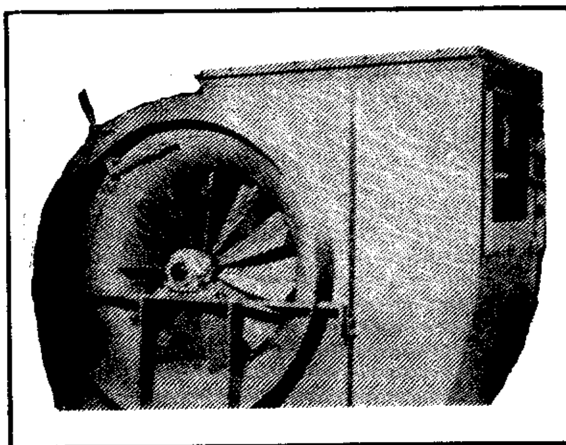
○ نوع پره محوری (Vaneaxial Fan)

این نوع بادزن (شکل ۸-۴) که در داخل یک لوله قرار گرفته است، علاوه بر پره‌های متحرک، پره‌های هادی ثابتی در ورودی یا خروجی خود دارد که کارشان جهت دادن به هواست. اگر پره‌ها در ورودی بادزن (قبل از پره‌های متحرک) نصب شوند، وظیفهٔ آنها این است که هوا را به جهتی هدایت کنند که زاویهٔ برخورد هوا با پره‌های متحرک صفر شود. قرار گرفتن پره‌های هادی در این موقعیت مانع آشفتگی جریان هـوا کـه باعث افت کارایی بادزن می‌گردد، خواهد شد. اگر پره‌های هادی در خروجی بادزن (بعد از پره‌های متحرک)

صب شوند، کار آنها فراهم کردن موجبات خروج بدون چرخش هوا از بادزن است. بدین ترتیب مقدار نرژیی که در بادزنهای بدون پرهٔ هادی به هدر می‌رود، در این نوع بادزن صرف افزایش فشار هوا می‌شود. نکل ۹-۴ تیغه‌های ثابت و متحرک و شکل ۱۰-۴ منحنی مشخصهٔ این نوع بادزن را نشان می‌دهند.



کل ۱۲-۴: *دمپر خروجی با تیغه‌های متقابل که خلاف جهت یکدیگر می‌چرخند و می‌توانند حتی جریان هوا را کاملاً مسدود کنند.*



۱-۴: *پره‌های متغیر در دهانهٔ ورودی بادزن که توسط یک اهرم کنترل با هم می‌چرخند و عملکرد بادزن را اصلاح می‌کنند.*

مطبوع مورد استفاده قرار می‌گیرند. جریان هوا در این بادزنها بر حسب مقتضیات توزیع هوا به سادگی توسط وسایل کنترل، قابل تنظیم است. این بادزنها ممکن است به طور مستقیم یا توسط پولی و تسمه به موتور اتصال یابند.

امّا در بین انواع بادزنهای سانتریفوژ، بادزن با تیغه‌های خم عقب، از بازدهی بیشتری برخوردار است. امّا با تیغهٔ هم اندازه، بادزن با تیغه‌های خم جلو در فشار کمتر، دهش بیشتری دارد. برعکس، بادزن با تیغه‌های خم عقب مقدار هوای کمتری با فشار بیشتر تحویل می‌دهد. لذا در مواردی که مقدار هوادهی اهمیت بیشتری دارد از بادزنهای سانتریفوژ با تیغه‌های خم جلو، و در جایی که بادزن باید مقاومت اجزاء سیستم کانال را جوابگو باشد، از بادزن با تیغه‌های خم عقب استفاده می‌شود.

چون تعداد تیغه‌ها در بادزن با تیغه‌های خم جلو نسبتاً زیاد و تمیز کردن آن دشوار است، در مواردی که هوا دارای آلودگیهایی مثل روغن و گرد و غبار باشد، استفاده از بادزن با تیغه‌های خم عقب بهتر است.

بادزن با تیغه‌های خم جلو در دور کمتری نسبت به نوع خم عقب چرخش می‌کند. لذا برای افزایش دوام محور، معمولاً در دماهای بالاتر از بادزنهای سانتریفوژ با تیغه‌های خم جلو استفاده می‌شود.

بادزنهای با تیغهٔ شعاعی (رادیال) در مقابل نیروی گریز از مرکز مقاومت زیادی دارند. به همین دلیل در مواردی که فشار بالا باشد به کار می‌روند.

● بادزنهای جریان محوری (Axial Flow Fans)

این بادزنها که هوا را به موازات محور خود جریان می‌دهند بر چند نوعند :

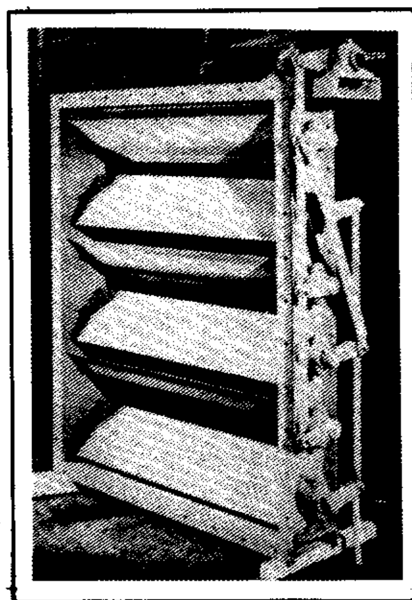
○ نوع پروانه‌ای (Propeller)

این نوع بادزن (شکل ۶-۴) در مواردی که برای تهویه یا تخلیهٔ هوای یک محل از سیستم کانال استفاده نشود و مقاومت در سر راه جریان هوا کم باشد (فشار استاتیک حداکثر برابر ۰/۵ اینچ آب) مورد استفاده قرار می‌گیرد و محل نصب آن روی پنجره یا سوراخ دیوار است. پنکه‌های معمولی نیز نوعی از همین بادزن می‌باشند. شکل ۷-۴ منحنی مشخصهٔ این نوع را نشان می‌دهد.

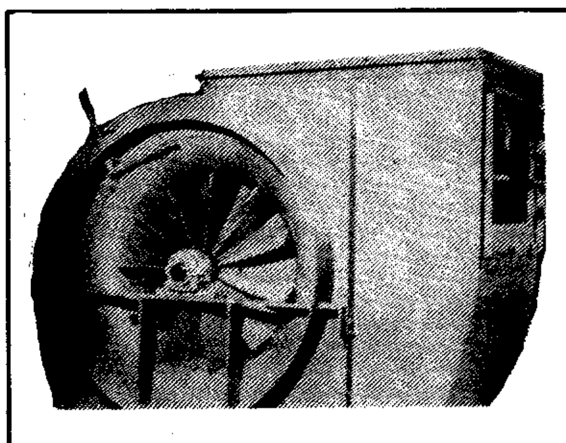
○ نوع پره محوری (Vaneaxial Fan)

این نوع بادزن (شکل ۸-۴) که در داخل یک لوله قرار گرفته است، علاوه بر پره‌های متحرک، پره‌های هادی ثابتی در ورودی یا خروجی خود دارد که کارشان جهت دادن به هواست. اگر پره‌ها در ورودی بادزن (قبل از پره‌های متحرک) نصب شوند، وظیفهٔ آنها این است که هوا را به جهتی هدایت کنند که زاویهٔ برخورد هوا با پره‌های متحرک صفر شود. قرار گرفتن پره‌های هادی در این موقعیت مانع آشفتگی جریان هوا که باعث افت کارایی بادزن می‌گردد، خواهد شد. اگر پره‌های هادی در خروجی بادزن (بعد از پره‌های متحرک)

نصب شوند، کار آنها فراهم کردن موجبات خروج بدون چرخش هوا از بادزن است. بدین ترتیب مقدار انرژیی که در بادزنهای بدون پرهٔ هادی به هدر می‌رود، در این نوع بادزن صرف افزایش فشار هوا می‌شود. شکل ۹-۴ تیغه‌های ثابت و متحرک و شکل ۱۰-۴ منحنی مشخصهٔ این نوع بادزن را نشان می‌دهند.



شکل ۱۲-۴: دمپر خروجی با تیغه‌های متقابل که خلاف جهت یکدیگر می‌چرخند و می‌توانند حتی جریان هوا را کاملاً مسدود کنند.



۱۳-۴: پره‌های متغیر در دهانهٔ ورودی بادزن که توسط یک اهرم کنترل با هم می‌چرخند و عملکرد بادزن را اصلاح می‌کنند.

○ **نوع پروانه در لوله** (Tubeaxial Fan)

این یک نوع بادزن جریان محوری معمولی است که در داخل یک لوله قرار گرفته ولی فاقد پره‌های هادی است. تیغه‌های آن ممکن است تخت یا دارای انحنا باشند (شکل ۱۱-۴).

○ **کاربرد بادزنهای جریان محوری**

در تأسیساتی که مقدار هوای جریانی توسط بادزن زیاد بوده و ضمناً افزونی صدا از اهمیت چندانی برخوردار نیست، بادزنهای جریان محوری بر سانتریفوژ برتری دارند. لذا بادزنهای جریان محوری اغلب در تأسیسات تهویهٔ صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

● برطرف کردن مشکل صدای بادزن

یک بادزن یا سیستم بادزن ممکن است بقدری سروصدا تولید کند که موجب آزار ساکنین شود، حتی اگر سطح صدا پایین‌تر از حّد مجاز باشد. اگر بتوان مشکل را با انتخاب بهترین نوع بادزن و نصب صحیح آن بر طرف کرد، البته هزینه خیلی کمتر خواهد بود.

توصیه‌های کلی زیر برای رفع مشکل سروصدای سیستمهای موجود، مفیدند :

۱- بادزن جهت یافتن منابع مکانیکی صدا بازرسی شود. موارد زیر محتملند :

- یاتاقانها یا کوپلینگ خشک و فرسوده‌اند.
- پیچهای چرخ بادزن یا پولی تسمهٔ محرّک شل شده‌اند.
- پیچها یا بستها شکسته یا شل شده‌اند.
- محور بادزن تاب برداشته است.
- چرخ بادزن یاموتور بالانس نیست.
- تکیه‌گاه بادزن ضعیف شده یا تکان می‌خورد.
- دمپرها یا پره‌های هادی ورودی شل شده‌اند.
- سرعت چرخش بادزن زیاد است.
- جهت چرخش بادزن غلط است.
- در بادزن جسم خارجی وارد شده است.
- چرخ بادزن با محفظه‌اش اصطکاک دارد.
- ارتعاش از منبع دیگری به بادزن منتقل می‌شود.

۲- بادزن را در فضاهای غیر مسکونی یا تا حد امکان دور از اتاقهای مسکونی نصب کنید.

۳- یک پایهٔ خوب دارای لرزه‌گیر زیر بادزن و موتور نصب کرده و کل مجموعه را روی فونداسیون

سنگین و صلب قرار دهید. این موجب می‌گردد که ارتعاشات به ساختمان منتقل نشوند.

۴- در محل اتصال دهانه‌های ورودی و خروجی بادزن به کانال، لرزه‌گیر قرار دهید. از محفظهٔ بادزن به عنوان تکیه‌گاه کانال استفاده نکنید.

۵- در ورودی یا خروجی بادزن، بر حسب اقتضا، صدا خفه‌کن (Sound Attenuator) نصب کنید. مقاومت این صدا خفه‌کنها باید به مقاومت کل سیستم اضافه شود. ممکن است نصب کاسه نمد جهت هوابندی محور بادزن لازم باشد. محفظهٔ بادزن نیز باید با استفاده از درزبند کاملا" هوابندی شود. صدا ممکن است از راه منافذ کوچکِ اتصالات لرزه‌گیر بین بادزن و کانال منتقل شود.

۶- مواردی که ذکر شدند معمولا" عامل اصلی ایجاد صدا هستند. برای تعیین اینکه کدام راه حل کاهش صدا مؤثر بوده و کمترین هزینه را دارد، باید یک بررسی و تحلیل دقیق انجام گیرد.

اگر فقط اندکی کاهش در سطح صدا کافی باشد، پوشاندن دیوارها و سقف اتاق با مواد جاذب صدا ممکن است رضایتبخش باشد. البته این کار صدای منتقله از محفظهٔ بادزن را کاهش نمی‌دهد، بلکه سطح صدا در اتاق را با جذب مقدار زیادی از انرژی صوتی که بالقوه توسط دیوار و سقف سخت منعکس می‌شود، پایین می‌آورد.

امکان دیگر، پوشاندن محفظهٔ بادزن با موادی است که به عنوان عایق صدا عمل می‌کنند. این مواد باید سنگین، متراکم و بدون منفذ باشند؛ در این مورد ورق سرب یک مثال عالی است. پوشاندن بادزن با مواد جاذب صدای سبک و پرمنفذ چندان مؤثر نیست چرا که صدا از آن عبور می‌کند. در این صورت به کار بردن یک عایق صدا ضروری است.

امکان سوم، محصور کردن کلّ مجموعهٔ بادزن در یک اتاق یا محفظه است که نقش عایق صدا را ایفا می‌کند. اگر سطح صدا خیلی بالاست باید استفاده از دیوار ضخیم ساخته شده از بتن یا مصالح بنایی، مورد توجه قرار گیرد. این اتاق عایق صدا باید کاملا" بدون منفذ باشد. بدیهی است که جهت جلوگیری از افزایش دمای این اتاق باید آن را به اقتضای مقدار گرمایی که باید دفع شود، به صورت طبیعی یا اجباری (مکانیکی) تهویه کرد. در هر دو مورد سوراخهای تهویه باید به عنوان منابع صدای جداگانه محسوب و عایق شوند.

● وسایل کنترل دبی حجمی بادزن

برای تغییر میزان دبی بادزن چندین وسیله وجود دارند. کنترل یا تنظیم این وسایل ممکن است خودکار یا دستی باشد. متداول‌ترین وسایل عبارتند از: دمپرهای خروجی (Outlet Dampers) (شکل ۱۲-۴)، پره‌های متغیر ورودی (Variable Inlet Vanes) (شکل ۱۳-۴)، و محرّکهای سرعت متغیر (Variable Speed Drives). استفاده‌کننده باید به اقتضای کاربرد و بر اساس تحلیل هزینه‌های اولیه و عملیاتی، بهترین وسیله را انتخاب

کند. شکل ۱۴-۴ نشان می‌دهد که دمپر از نظر هزینهٔ عملیاتی غیر اقتصادی‌ترین، محرّکهای سرعت متغیر اقتصادی‌ترین، و پره‌های متغیر ورودی جایی بین این دو هستند. در مورد هزینهٔ اولیه موضوع برعکس است؛ یعنی دمپر ارزان‌ترین و محرّکهای سرعت متغیر گران‌ترین وسایلند.

● نصب بادزن

○ بازرسی یک بادزن جدید

بازرسی کلّی بادزن و تجهیزات جنبی آن باید بلافاصله پس از رسیدن بادزن به محل نصب انجام گرفته و مخصوصاً موارد زیر مورد توجه قرار گیرند:

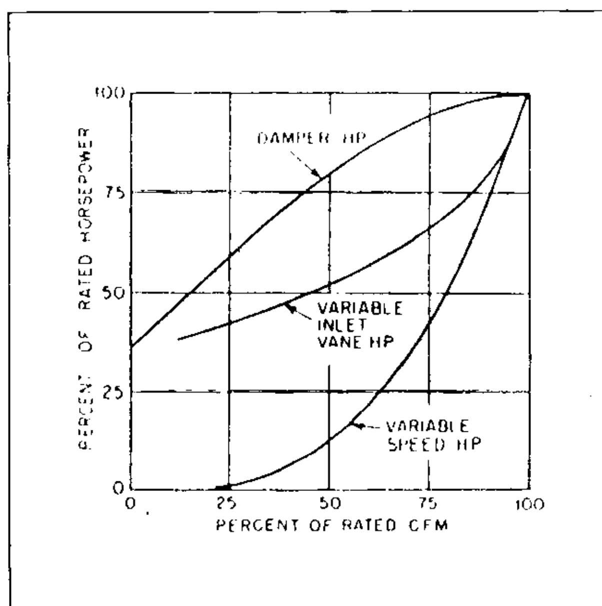
۱- محمولهٔ وارده از هر حیث کامل و درست باشد.

۲- دستورالعمل کامل و واضح کارخانهٔ سازنده برای سوار کردن و نصب بادزن، همراه محموله باشد.

۳- هنگام حمل و نقل محموله هیچگونه صدمهٔ فیزیکی به آن وارد نشده باشد.

● حمل و نقل و انبار کردن

در حمل و نقل بادزن باید بسیار دقت کرد، مخصوصاً وقتی جابه‌جایی توسط جرثقیل صورت گیرد. برای جلوگیری از وارد آمدن فشار به بدنه یا پایهٔ یاتاقان باید از یک میله تقویتی که بار وارده را پخش می‌کند، استفاده شود.



شکل ۱۴-۴: مقایسهٔ قدرت مورد نیاز در سه شیوهٔ مختلف کنترل

○ اگر بادزن تا هنگام نصب در انبار گذاشته می‌شود باید دهانه‌های ورودی و خروجی آن برای جلوگیری از ورود مواد خارجی پوشانده شود.

○ روی بادزن نباید چیز دیگری تلمبار شود.

○ اگر بادزن قرار است در محوطهٔ باز انبار شود، باید آن را کاملا" پوشانده و قسمتهای بیرونی محور را با ترکیبات ضد زنگ یا گریس پوشش داد.

○ بلبرینگها و رولربرینگها معمولا" در کارخانه گریسکاری اولیه می‌شوند. امّا یاتاقانهای روغنی معمولا" روانکاری نمی‌شوند.

○ در هر مورد، خوب است که قبل از انبار کردن بادزن وضعیت روانکاری یاتاقان بررسی شده و در صورت لزوم روغنکاری گردد، و بعد بادزن با دست چرخانده شود تا لایه‌ای از روغن سطوح یاتاقان را بپوشاند.

● فونداسیون و استقرار بادزن روی آن

○ برای مستقر کردن بادزن یک فونداسیون مسطح، سنگین و صلب ضروری است. توصیه می‌شود بتن‌ریزی صورت گیرد.

○ یک محاسبهٔ سرانگشتی قابل قبول، این است که وزن فونداسیون باید حداقل سه برابر وزن کل بادزن و اجزاء محرّک آن باشد.

○ از پیچهای L یا T شکل محاط در لوله یا غلافهای فلزی استفاده کنید. این غلافها باید جای کافی برای کمی تنظیم داشته باشند.

○ در برآورد طول پیچها ۱ اینچ (۲/۵۴ سانتی‌متر) برای ریختن ملات و فاصله پُرکن به علاوهٔ ضخامت پایهٔ یاتاقان، واشرها، مهره‌ها منظور کرده و چند دندهٔ اضافی نیز برای پیچاندن در نظر بگیرید.

○ جایی که لازم است از فونداسیون فولادی استفاده شود باید تراز بوده و به اندازهٔ کافی سخت باشد تا هم محوری موتور و بادزن به هم نخورد. این فونداسیون باید طوری طرح شود که وزن تجهیزات و بارهای تحمیلی در اثر نیروی گریز از مرکز ناشی از چرخش اجزاء دوّار را تحمّل کند.

○ تمام اجزاء سازهٔ فونداسیون باید جوش یا پرچ شوند.

○ اگر بادزن روی سطح زمین نصب نمی‌شود، باید در صورت امکان روی یک دیوار حمّال یا ستون سنگین قرار گیرد.

○ اگر برای استقرار بادزن از سکوی هوایی (Overhead Platform) استفاده می‌شود، این سکّو باید محکم و تراز بوده و در کلیهٔ جهات مهار گردد.

● بررسی قبل از روشن کردن بادزن

۱- بررسی عینی

مطمئن شوید که داخل محفظهٔ بادزن عاری از هر گونه مواد خارجی است.

۲- بستها و نگهدارنده‌ها

بررسی کنید که همهٔ بستها و نگهدارنده‌ها کاملاً محکم باشند؛ بخصوص پیچهای فونداسیون، یاتاقانها و محرّک.

۳- یاتاقانها

همترازی یاتاقانها را بررسی کرده و مطمئن شوید که روانکاری به درستی صورت گرفته است.

تجهیزات جانبی از قبیل سیستم خنک‌کنندهٔ آب، سیستم خنک‌کنندهٔ هوا، یا سیستمهای گردش روغن را از نظر صحت و عدم نشت بررسی کنید.

۴- کوپلینگ

اگر کوپلینگ از نوعی است که نیاز به روانکاری دارد، بررسی کنید که این کار حتماً انجام شده باشد.

تراز کردن باید به دقت هر چه تمام‌تر صورت پذیرد.

باید بین دو نیمهٔ کوپلینگ فاصله‌ای جهت حرکت محور منظور گردد.

برای موتورهای الکتریکی بزرگ، حساب سرانگشتی این است که نیمهٔ کوپلینگ موتور ۰/۰۰۱ اینچ به ازاء هر اینچ قطر محور موتور، پایین‌تر قرار گیرد.

● چرخ بادزن

مطمئن شوید که چرخ بادزن نسبت به محفظه در جهت صحیح می‌چرخد. جهت درست چرخش تقریباً همیشه روی بدنهٔ بادزن علامتگذاری می‌شود، امّا روی چرخ لازم نیست. جهت چرخش همیشه با مشاهدهٔ عینی معلوم نمی‌شود. اگر کوچکترین شکّی در این مورد دارید با کارخانهٔ سازنده تماس بگیرد. پس از اینکه جهت صحیح چرخش معلوم شد، بدنهٔ بادزن را در جایی که به راحتی دیده شود علامتگذاری کنید. پیشنهاد می‌شود که این کار توسط یک پیکان فلزی که به طور دائمی به بدنهٔ بادزن متصل می‌شود، انجام گیرد.

پیچهای ضامن را سفت کنید. اگر دو پیچ وجود دارند، اول پیچی را که جلوی محل خار است (نسبت به جهت چرخش) و بعد دومی را که روی محل خار است محکم کنید.

چرخ را آهسته با دست بچرخانید تا مطمئن شوید که به طور آزاد گردش کرده و به بدنه گیر ندارد.

بین چرخ و مخروط دهانهٔ ورودی، طبق دستورالعمل کارخانه، فاصله‌ای قائل شوید. این فاصلهٔ آزاد

بستگی به نوع و اندازهٔ بادزن دارد. ولی عموماً باید تا حدی که خطر برخورد وجود نداشته باشد، به هم نزدیک باشند. فاصلهٔ آزاد نباید زیاد باشد چون ممکن است روی عملکرد بادزن تأثیر منفی بگذارد. در جایی که دما بالاست باید فاصلهٔ حالت سرد را بیشتر در نظر گرفت تا پس از گرم شدن و انبساط، فاصلهٔ مورد نظر حاصل شود.

● محرّک تسمه‌ای (V-Belt Drive)

○ پولیها را از نظر همترازی بررسی کرده و پیچ ضامنها را سفت کنید.

○ کشش تسمه‌ها را بررسی کنید. در خصوص کشش تسمه‌ها اعمال دقت زیاد ممکن نیست، بلکه باید تجربه و قضاوت به کار آید.

○ کشش صحیح به اندازه‌ای است که از صدای زوزه در هنگام راه‌اندازی و لغزش تحت بار حداکثر جلوگیری کند. کشش بیش از این اندازه دوام تسمه را کاهش داده موجب وارد آمدن بار اضافهٔ غیر ضروری به بادزن و یاتاقانهای موتور می‌شود.

● ترازکردن

اهمیت تراز کردن بادزن و موتور به همان اندازه است که در مورد محرّکها ذکر شد و باید وارسی شود. همهٔ پیچهای دستگاه و فوندانسیون آن باید سالانه از نظر محکم بودن بررسی شوند.

● جهت چرخش

بیشتر بادزنهای پوسته‌دار حتی وقتی در جهت اشتباه نیز بچرخند می‌توانند مقداری دهش هوا داشته باشند. این مقدار به اندازهٔ مورد نیاز نبوده و بازده بادزن بسیار پایین خواهد بود. با جابه جا کردن اتصالات برق موتور، جهت چرخش بادزن تغییر می‌کند. اپراتور تأسیسات باید هر از گاهی جهت چرخش بادزن را مورد بازبینی قرار دهد.

● تنظیم چرخ در پوسته

وضعیت چرخ بادزن نسبت به ورودی پوسته از نظر بازده و سروصدا حائز اهمیت است. به عنوان یک قاعدهٔ کلی، طریق صحیح این است که چرخ تا حد امکان به ورودی نزدیک باشد ولی با پوسته تماس پیدا نکند. در دستگاههای یکپارچه که چند چرخ بادزن روی یک محور مشترک قرار دارند، باید در مورد تنظیم وضعیت یاتاقانها دقت شود که روادارها (Tolerances) آنچنان که در طرح منظور شده‌اند، رعایت شوند.

● دمپرها و پره‌های متغیر ورودی

○ این وسایل باید بررسی شوند تا اطمینان حاصل گردد که گیر نداشته و با هم عمل می‌کنند و پس از بسته شدن کاملاً" کیپ می‌شوند.

○ وضعیت اهرم در حالات "باز" و "بسته" باید به طور دائمی و به وضوح کنار این وسایل علامتگذاری شود، چرا که پس از اتصال کانال همیشه قابل مشاهده نیست.

● راه‌اندازی

○ پیش از اینکه بادزن به حداکثر سرعت برسد، جهت حصول اطمینان از اینکه چرخ در جهت صحیح می‌گردد، موتور را برای لحظه‌ای تحریک کنید. اگر جهت صحیح بود، می‌توانید بادزن را به کار اندازید.

○ اگر بادزن توسط یک محرّک چند سرعته به گردش درمی‌آید، باید ابتدا با سرعت پایین راه‌اندازی شده و سپس به تدریج به سرعت حداکثر برسد. قویاً توصیه می‌شود که توسط یک دورسنج (Tachometer) در همین زمان دور بادزن در سرعت حداکثر اندازه‌گیری کنید و اگر محرّک چند سرعته (Multispeed) است، در چند نقطهٔ میانی این کار را انجام دهید. بدین ترتیب هر گونه انحرافی از سرعتهای طرح آشکار شده و اصلاح می‌گردد.

○ اگر بادزن دارای محرّک تسمه‌ای قابل تنظیم باشد، اندازه‌گیری دور آن ضروری است.

○ اگر سرعت بادزن صحیح نیست، آن را خاموش کرده و پولی را بر حسب لزوم تنظیم نمایید.

○ بار دیگر تراز بودن و کشش تسمه را بررسی کنید.

○ بادزن باید در اولین ساعات راه‌اندازی به دقت تحت مراقبت باشد. اگر لرزش اضافی یا علامت دیگری حاکی از وجود اشکال مشاهده شود، باید بلافاصله بادزن را خاموش کرد.

○ مراقب نشت روغن یا آب خنک کننده، دمای زیاد یاتاقان یا موتور، یا صدای غیر عادی بادزن باشید.

○ به مبحث بازرسی ادواری و فهرست اشکالات محتمل و دلایل آنها (که در صفحات بعد ارائه شده است)، مراجعه کنید.

○ بعد از چند روز کار، بادزن باید خاموش شده و مطابق فهرست مذکور، امر بازرسی ادواری انجام شود.

□ وسایل ایمنی و حفاظتی

برای حفاظت افراد از تماس با اجزاء دوّار بادزن باید از حفاظها و توریهای فلزی (Screens) استفاده کرد. این حفاظها جهت در امان داشتن بادزن در برابر صدمات احتمالی نیز مفیدند.

● توریهای محافظ (Protective Screens)

○ هر گاه ورودی و خروجی بادزن سانتریفوژ و جریان محوری هنگام کار بادزن، باز باشند، همواره باید روی بادزن توری نصب شود.

○ موتور و محرّک بادزنهای پروانه‌ای معمولاً در یک محفظه قرار دارند. توری مانعی در راه جریان هواست و سوراخهای توری نباید بیش از حد ریز باشند. قطر این سوراخها نباید برای بادزنهای سانتریفوژ از ۱ اینچ (۲/۵۴ سانتی‌متر) و برای بادزنهای پروانه‌ای از $\frac{1}{2}$ اینچ (۱/۲۲ سانتی‌متر) کوچکتر باشد.

● حفاظهای کوپلینگ (Coupling Guards)

حفاظ باید آنقدر محکم باشد که حفاظت کامل را تأمین کند. همچنین جهت سرویس باید به راحتی از دستگاه جدا شود.

● حفاظهای تسمه (Belt Guards)

یک محرّک تسمه‌ای، محرّکی اصطکاکی است و گرما تولید می‌کند. برای پراکنده کردن این گرما، هوا باید بتواند آزادانه در اطراف همهٔ قسمتهای محرّک گردش کند. پس نباید آن را کاملاً محصور کرد. در صورت امکان از توری فلزی برای حفاظت محرّک استفاده کنید.

● کلیدهای قطع کننده (Disconnect Switches)

چنانچه بادزن از کلید استارتش فاصله داشته و روشی هم برای قطع مدار پیش‌بینی نشده باشد، همیشه جهت جلوگیری از استارت اتفاقی و صدمه دیدن افراد نگهدارندهٔ سیستم، یک کلید قطع کننده روی بادزن نصب کنید.

● وسایل حفاظت

برای عیب‌یابی خودکار در بادزن، وسایل زیادی وجود دارند. این وسایل را می‌توان طوری به کار گرفت که با خاموش کردن بادزن و یا ارسال سیگنالهای سمعی و بصری وجود اشکال را اعلام دارند. از میان امکانات متعدد می‌توان به وسایل سنجش لرزه، دمای یاتاقان، قطع جریان مبرّد یا روغن، و قطع یا کاهش جریان هوا اشاره کرد.

□ بازرسی ادواری (Periodic Inspection)

● نگهداری موارد ثبت شده

شاید لزومی به خاطر نشان کردن ارزش ثبت اطلاعات نباشد.

○ همواره باید شمارهٔ سریال دستگاه را در جایی ثبت کرد، چرا که ممکن است سازندهٔ دستگاه بدون آن قادر به تهیه قطعات یدکی صحیح نباشد.

○ اطلاعات مندرج در پلاک بادزن و محرّک باید همیشه در دسترس باشند؛ این پلاک ممکن است به دلیل خوردگی از بین برود یا پس از رنگ زدن دستگاه زیر رنگ پنهان شود.

- خوب است که قطعات اصلی دستگاه شماره‌گذاری شده و این شماره‌ها روی پلاکی به آنها الصاق شوند.
- فواصل بازرسی بستگی به شدت کارکرد و نوع دستگاه دارد.
- اطلاعات لازمه باید در حین سرویس، تعمیر یا تعویض قطعات ثبت شوند تا در آینده همه چیز دربارهٔ قطعات معلوم باشد.

● کلیات

- یک برنامهٔ نگهداری خوب، نظافت و تمیزکاری را نیز شامل است.
- موادی که روی دستگاهها ریخته‌اند یا روغن اضافی و سایر آلودگیها باید از دستگاهها زدوده شوند.
- دستگاهها را هر گاه لازم باشد تمیز یا رنگ کنید، بویژه اگر در فضای باز یا آب و هوای خورنده قرار داشته باشند.

● نظافت و تمیزکاری

در بسیاری از مکانها ذرات گرد و غبار روی بادزن نشسته و به پره‌ها می‌چسبند که هرگز نباید گذاشت چنین وضعی پیش آید. چرا که این امر موجب کاهش بازده، بر هم خوردن بالانس چرخ بادزن و افزایش هزینهٔ عملیاتی آن خواهد شد. چرخ بادزن باید مرتباً در فواصلی که شرایط کار اقتضا می‌کند، وارسی شود. در خیلی از شرایط باید داخل بادزن سالانه تمیز و رنگ شود.

● یاتاقانها

یاتاقانهای خوب از هر نوعی، باید درست انتخاب و نصب شوند تا دوامی طولانی داشته باشند. باید آنها را از عوارض طبیعی شامل موارد زیر در امان داشت :

۱ - روغن ناکافی یا بیش از حد؛

۲ - انتخاب غلط نوع روغن؛

۳ - گرد و غبار، رطوبت، آب و هوای خورنده؛

۴ - تشعشع یا هدایت گرما از منابع گرمایی مجاور؛

۵ - دماهای بالای محیط؛

۶ - تحمیل بار اضافی در نتیجه کشش ناصحیح تسمه، ناهمترازی، بالانس نبودن چرخ بادزن، لرزشهای منتقله از وسایل دیگر؛

۷ - کارکردن بادزن در سرعتی بیش از آنچه برایش طرح شده است.

گرم بودن یاتاقان لزوماً به معنی این نیست که برای کار بیش از حد داغ است؛ یاتاقانهای بادزنهای با

سرعت بالا ممکن است در دماهای تا ۷۵°F (۲۴°C) نیز به خوبی کار کنند. در مورد حداکثر دمای کار می‌توان به راهنمای تقریبی زیر مراجعه کرد :

* بلبرینگها و رولربرینگها .... ۱۶۵°F (۷۴°C)
* یاتاقانهای غلافی از نوع رینگ روغنی (Ring-Oiled Sleeve Bearings) .... ۱۵۰°F (۶۶°C)
* یاتاقانهای غلافی از نوع آب-خنک (Water-Cooled Bearings) .... ۱۱۰°F (۴۳°C)

اگر در مورد حداکثر دمای کار یاتاقان تردیدی دارید، سعی کنید دمای داغ‌ترین نقطهٔ یاتاقان را با یک دماسنج اندازه گرفته و از کارخانهٔ سازندهٔ بادزن یا تهیه‌کنندهٔ یاتاقان نظر خواهی کنید.

بادزنهای پوسته‌دار (Housed Fans) بزرگ معمولاً مجهز به قطعهٔ نگهدارندهٔ یاتاقان (Pillow Block)، بوش یا بلبرینگ هستند. یاتاقانهای این بادزنها تقریباً خود به خود هم‌محور می‌شوند.

○ یاتاقانهای بوشی (Sleeve Bearings) به صورت رینگی روغنکاری می‌شوند.

○ بلبرینگها عموماً دارای گریسخور هستند و باید وسیلهٔ مخصوص گریس زدن به بلبرینگ را تهیه کرد.

○ آسترهای یاتاقان در یاتاقانهای بوشی به صورت دو تکه هستند تا به راحتی قابل سوار کردن باشند. تکیه‌گاه آنها نیز از نوع مفصلی (Ball-and-socket) است. هنگام تعویض مجموعهٔ یاتاقان باید دقت شود که پوستهٔ یاتاقان در نتیجهٔ سفت کردن بیش از حد پیچ تنظیم مفصل، خراب نشود.

○ سرپوشهای یاتاقانها باید به طور صحیحی در جای خود محکم شوند تا از چرخش محور بادزن نسبت به جدارهٔ داخلی یاتاقان جلوگیری شود. در غیر این صورت محور بادزن ممکن است به طور بدی شیار پیدا کند.

○ اگر از یاتاقانها روغن بیرون می‌زند، باید طبق دستورالعملهای مربوطه ضامنها و قلابهای کاسه‌نمد با برداشتن پوستهٔ بالایی یاتاقان بررسی شده و کاسه‌نمدهای فرسوده تعویض گردند.

● کوپلینگها

○ هم محور نبودن دو نیمهٔ کوپلینگها احتمالاً علت اصلی خرابی زود هنگام آنهاست.

○ کوپلینگهای خوب قادرند برای مدتی دراز به خوبی کار کنند، مشروط بر اینکه هم محور نگهداشته شوند. برای انواعی که به روانکاری نیاز دارند، این امر منظماً و به طور صحیح انجام گیرد.

○ باید دقیقاً به توصیه‌های کارخانهٔ سازنده توجه شود.

○ بسیار حائز اهمیت است که هم محور کردن بادزن و محرّک در دمای کار آنها انجام شود، بویژه اگر بادزن در دمای بالا کار می‌کند یا محرّک آن توربین بخار یا یک موتور برقی بزرگ باشد.

○ اگر موتور دارای یاتاقانهای غلافی است، شاید حرکت مستقیم محور آن قابل توجه باشد. فاصلهٔ

صحیح بین محورهای بادزن و موتور باید زمانی برقرار شود که روتور در مرکز مغناطیسی است. تعیین این محل با چرخاندن روتور و توجه به وضعیتی که محور در انتخاب حرکت خود دارد، صورت می‌گیرد.

● محرّکهای تسمه‌ای

○ به آنچه در مبحث "بررسی قبل از روشن کردن بادزن" ذکر شد مراجعه کنید.

اگر لازم باشد تسمه‌های یک محرّک چند تسمه‌ای (Muti-V Drive) تعویض شوند، تسمه‌ها باید کاملاً هم اندازه باشند.

○ هرگز برای جا انداختن تسمه در شیار پولی به زور متوسل نشوید. موتور را شل کرده و کمی جابه‌جا کنید تا این کار به آسانی انجام گیرد.

○ هرگز روی تسمه را نپوشانید مگر اینکه کارخانهٔ سازندهٔ تسمه توصیه‌ای در این خصوص کرده باشد.

● لنگرگیری (Balancing)

چرخ بادزن در کارخانه بالانس استاتیکی و دینامیکی می‌شود. لذا هیچ نوع لنگرگیری دیگری برای بادزنی که هوای نسبتاً تمیز را جابه‌جا می‌کند لازم نیست. البته تا وقتی که صدمه‌ای به آن وارد نشده و تمیز نگهداشته شود.

○ بالانس نبودن بادزن موجب لرزش آن می‌شود و این را می‌توان هنگام کار بادزن با گذاشتن انگشت روی یاتاقان احساس کرد. البته دائماً کمی لرزش وجود دارد که طبیعی است.

تکان لرزشی بر حسب میل (Mils) اندازه‌گیری می‌شود که معادل ۰/۰۰۱ اینچ (۰/۰۲۵۴ میلی‌متر)

جدول ۱-۴ : میزان مجاز لرزش نسبت به سرعت چرخش بادزن

سرعت چرخش بادزن	لرزش (بر حسب میل)			
rpm	ملایم	متوسط	شدید	خیلی شدید
۶۰۰	۲	۴	۸	۱۵ تا ۲۰
۹۰	۱/۵	۲/۷۵	۶	۸ تا ۱۰
۱۲۰۰	۱	۲	۴/۵	۶ تا ۸
۱۸۰۰	۰/۷۵	۱/۵	۳/۵	۵ تا ۷
۳۶۰۰	۰/۴	۰/۷	۲/۵	۴ تا ۵

توجه : لرزش متوسط بد نیست امّا باید اصلاح شود. لرزش شدید باید سریعاً برطرف شود. لرزش خیلی شدید برای بادزن بسیار زیانبخش است.

است. جدول ۱-۴ میزان مجاز لرزش را نشان می‌دهد.

لنگر داشتن چرخ بادزن تنها دلیل لرزش آن نیست. در این خصوص می‌توانید به مبحث "اشکالات بادزن" مراجعه کنید.

قبل از اقدام به لنگرگیری چرخ باید سایر امکانات مورد بررسی قرار گیرند. یک وسیلهٔ خوب اندازه‌گیری و تحلیل لرزش برای یافتن محل وجود اشکال بسیار مفید است. این وسیله همچنین در قیاس با روش سعی و خطا لنگرگیری را نسبتاً آسان‌تر می‌کند. مراحل اجرای این روش بدین صورت است :

۱- بادزن را به بالاترین سرعت کارش برسانید. چنانچه پایهٔ بادزن و یاتاقانها روی لرزه‌گیر قرار دارند؛ با قرار دادن قطعه‌ای زیر بادزن، لرزه‌گیرها را بی‌اثر کنید. بادزن باید هنگام لنگرگیری در جای خود کاملاً ثابت باشد.

۲- با نگه داشتن تکه‌ای پارچهٔ سمباده‌ای در برابر شافت دوّار در محفظه و از سمت محرّک، شافت بادزن یکطرفه (Single-Inlet Fan) را تمیز کنید. در بادزنهای دوطرفه (Double-Inlet Fan) این کار را باید از هر دو طرف و مثل اینکه دو چرخ مجزا هستند انجام داد.

۳- تکه‌ای گچ تمیز یا طلق را چنان نگه دارید که شافت دوّار را در یک نقطه فقط لمس کند. بدین ترتیب روی شافت خطی کشیده می‌شود که طول آن نشانهٔ میزان لنگر است. سه یا چهار تا از این خطها کشیده و میانگین آنها را به دست آورید. گچ را باید چنان نگه داشت که تنها نقطهٔ بلند آن (نقطهٔ لنگی) را لمس کند و نباید گذاشت که روی شافت بلغزد. وقتی شافت لنگر داشته باشد، در اثر وزن لنگر، شافت به بیرون رانده شده و نقطهٔ لنگی آن معلوم می‌شود.

۴- بادزن را خاموش کنید.

۵- چرخ را با دست بچرخانید تا ببینید طول خطوط کشیده شده چقدر است. مرکز خطوط را علامت زده و یک وزنهٔ تعادل روی پاشنهٔ تیغهٔ چرخ، مقابل طرف سنگین‌تر (طرفی که لنگر دارد) و ۱۸۰ درجه دورتر از مرکز خطوط قرار دهید.

۶- می‌توان از گیره‌های U شکل یا سنجاق سَری (Hairpin-Type) که از ورق فولادی یا میلگرد ساخته شده باشند به عنوان وزنهٔ تعادل استفاده کرد. وزنه‌ها باید طوری ساخته شده باشند که محکم سر جای خود روی پاشنهٔ تیغهٔ چرخ مستقر شده و به بیرون پرتاب نشوند. برای بادزنهای دو طرفه بهتر است از گیره‌ها به صورت جفتی استفاده شود.

۷- اندازهٔ وزنه‌ها بر حسب طول و ضخامت خطوط روی شافت تعیین می‌شود. خطوط کوتاه نشانهٔ این هستند که بادزن خیلی لنگر دارد و باید از وزنه‌های بزرگتری استفاده شود.

۸- پس از اینکه وزنه را روی پاشنهٔ تیغه نصب گردید، بادزن را دوباره روشن نموده و شافت را مجدداً با گچ علامتگذاری کنید. اگر خطوط کشیده شده طولانی بوده و مرکز آنها نسبت به خطوط قبلی جابه‌جا نشده باشد، وزنه‌های بیشتری به همان تیغه اضافه نموده و دوباره بادزن را روشن کنید. آزمایش را با وزنه‌های مختلف آنقدر تکرار کنید که خطوط کشیده شده تمام سطح شافت را پوشش دهند. حالا تعادل حاصل شده است.

۹- اگر مرکز خطوط کشیده شده از مرکز خطوط اولیه فاصله داشته باشد، وزنه را به طرف پرهٔ بعدی جلو و عقب ببرید، طوری که علامت مرکزی نسبت به وضع اولیه جابه‌جایی نداشته باشد. اگر لرزش کم شود وزنه‌ها را کمتر از ۹۰ درجه جابه‌جا کنید. اگر خطوط به وضع اولیه برگردند ولی لرزش بیشتر شود، وزنه‌ها را ۱۸۰ درجه جابه‌جا کنید. وقتی خطوط به وضع اولیه برگشتند وزنه را اضافه کنید تا تعادل حاصل شود.

۱۰- اگر وزنه‌ها خیلی بزرگ باشند، مرکز خطوط ۱۸۰ درجه نسبت به وضع اولیه جابه‌جا می‌شود. وزنه را کم کنید تا تعادل حاصل شود. در این حال خطوط گچی تمام سطح شافت را پوشش داده‌اند.

۱۱- وقتی وضع و مقدار وزنه‌ها معلوم شد، می‌توان وزنه‌ها را جوش یا پرچ کرد؛ ترجیحاً به پشت فلنج.

۱۲- اگر خطوط گچی دور تا دور شافت را در بر گرفته‌اند امّا لرزشی قابل توجه هنوز هم وجود دارد، ممکن است فونداسیون ضعیف یا پیچها شل باشند.

● روانکاری

○ در یاتاقانهای بوشی از جنس بابیت (نوعی فلز سخت) در دمای معمولی اتاق از یک روغن مرغوب اتومبیل نوع SAE20 استفاده می‌شود.

○ در یاتاقانهای بوشی برنزی در دمای معمولی اتاق از یک روغن مرغوب نوع SAE40 استفاده می‌شود.

○ نباید از روغنهای پاک کننده (Detergent) استفاده کرد.

○ وقتی بادزن در جای خیلی گرمی کار می‌کند، یا هوایی با دمای بیش از ۱۵۰°F (۶۵/۵°C) را جابه جا می‌کند، باید در انتخاب روغن خیلی دقت کرد. برای این امر می‌توان با کارشناسان شرکت نفت محل، مشورت کرد.

○ یاتاقانهای بوشی مجهز به رینگ روغن، دارای یک سطح نما و سرپوش فیلتر روغن هستند که در جایی که محور بادزن رو به پایین می‌چرخد قرار گرفته‌اند. این سرپوش باید هنگام خاموش بودن بادزن تا فاصلهٔ $\frac{1}{8}$ اینچی (حدود ۳ میلی‌متری) از بالای آن پُر شود، امّا باید دقت شود که سر ریز نکند.

○ روغن باید بعد از هر ۲۰۰۰ ساعت کار تخلیه و تعویض شود و اگر روغن تخلیه شده خیلی کثیف است، باید قبل از ریختن روغن تازه، یاتاقان و مخزن آن با یک روغن سبک شستشو شوند.

○ یاتاقانهایی که با گریس روانکاری می‌شوند باید در فواصل زمانی معین با یک گریس مرغوب با پایهٔ قلیایی پُر شوند. در شرایط معمولی بعد از هر ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ ساعت کار باید گریس اضافه کرد. نباید به یاتاقان بیش از حد گریس زد چون ممکن است ضامن کاسه نمدها از جا کنده شود. گریس اضافی و کثافات جمع شده باید تمیز شوند.

● دمپرهای گردابی (Vortex Dampers)

○ برخی از بادزنها در ورودیشان به دمپرهای مخصوصی موسوم به "دمپرهای گردابی" مجهزند که قطعات متحرک زیادی دارند و هنگام کار عموماً به طور خودکار کنترل می‌شوند.

○ روانکاری اتصالات متحرک این دمپرها بسیار ضروری است و باید حداقل ماهی یکبار به دقت انجام شود.

○ شرایط سخت ممکن است مراقبت و توجه بیشتر و انجام بازرسی در فواصل زمانی نزدیکتری را ایجاب کند.

□ اشکالات بادزن

جدول ۲-۴ عمده‌ترین اشکالات بادزن و علتهای محتمل را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۴ : عمده‌ترین اشکالات بادزن و علتهای محتمل

عیب	علت
● ظرفیت یا فشار کمتر از مقدار اسمی	۱- مقاومت کلی سیستم بیش از میزان پیش‌بینی شده است. ۲- سرعت چرخش خیلی کم است. ۳- دمپرها یا پره‌های متغیر ورودی درست تنظیم نشده‌اند. ۴- وضعیت ورودی و خروجی بادزن نامناسب است. ۵- هوا از سیستم نشت می‌کند. ۶- چرخ صدمه دیده است. ۷- جهت چرخش بادزن درست نیست. ۸- چرخ برعکس روی شافت سوار شده است.

جدول ۲-۴ : عمده‌ترین اشکالات بادزن و علتهای محتمل (ادامه)

عیب	علت
● لرزش و صدا	۱- یاتاقانها، کوپلینگها، چرخ، یا تسمهٔ محرّک تراز نیستند. ۲- فونداسیون نااستوار است. ۳- وجود مواد خارجی در بادزن موجب لنگر شده است. ۴- یاتاقانها فرسوده شده‌اند. ۵- چرخ یا موتور صدمه دیده است. ۶- پیچهای پایه یا پیچهای بدنهٔ بادزن شکسته یا شل شده‌اند. ۷- شافت تاب برداشته است. ۸- کوپلینگ فرسوده شده است. ۹- چرخ بادزن یا محرّک لنگر دارد. ۱۰- وزوز کردن مغناطیس ۱۲۰ سیکلی به دلیل برق ورودی (بالا بودن یا میزان نبودن ولتاژ را بررسی کنید). ۱۱- دهش بادزن بیش از ظرفیت اسمی آن است. ۱۲- دمپرها یا پره‌های متغیر ورودی شل شده‌اند. ۱۳- سرعت چرخش خیلی زیاد یا جهت چرخش برعکس است. ۱۴- لرزش از منابع مجاور به بادزن منتقل می‌شود.
● یاتاقانها بیش از حد گرم شده‌اند.	۱- به بلبرینگها بیش از حد گریس زده شده است. ۲- یاتاقانها تراز نیستند. ۳- چرخ یا محرّک صدمه دیده است. ۴- شافت تاب برداشته است.

جدول ۲-۴ : عمده‌ترین اشکالات بادزن و علتهای محتمل (ادامه)

عیب	علت
● یاتاقانها بیش از حد گرم شده‌اند. (ادامه)	۵- ته شافت در وضع طبیعی نیست. ۶- یاتاقانها کثیف شده‌اند. ۷- کشش تسمه زیاد است. ۸- حرارت از طریق هدایت یا تشعشع از منابع مجاور منتقل می‌شود.
● بار روی محرّک زیاد است.	۱- سرعت چرخش زیاد است. ۲- دهش بادزن بیش از ظرفیت اسمی آن است، چرا که مقاومت سیستم موجود کمتر از میزان پیش‌بینی شده است. ۳- وزن مخصوص یا چگالی گاز بیش از مقدار پیش‌بینی شده در طرح است. ۴- بسته‌بندی بادزن بیش از حد تنگ بوده و در نتیجه بادزن صدمه دیده است. ۵- جهت چرخش بادزن برعکس است. ۶- شافت تاب برداشته است. ۷- تراز نبودن ۸- چرخ در محفظهٔ بادزن تاب برداشته است. ۹- یاتاقان درست روغنکاری نشده است. ۱۰- سیم‌کشی موتور درست نیست.

۵

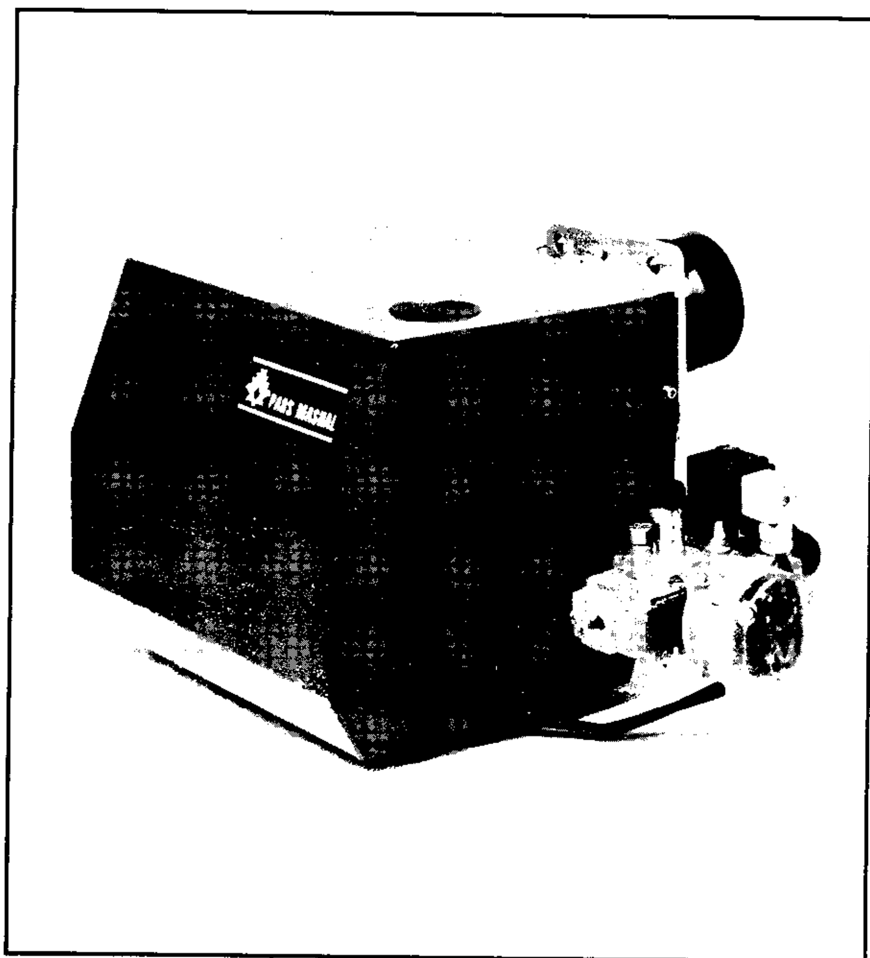
مشعلها

مشعلها

مشعل قلب سیستم گرمایش است و سرویس و نگهداری صحیح آن در کارکرد مطلوب سیستم نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

□ مشعل گازی (Gas Burner)

اصول سرویس و نگهداری مشعل گازی (شکل ۱-۵) بدین قرار است:



شکل ۱ـ۵ : مشعل گازی ساخت شرکت پارس مشعل

● تمیزکردن بادزن

برای تمیز کردن بادزن باید این کارها انجام گیرند :

- اتصالات سیمهای برق موتور پس از علامت‌گذاری آنها، باز شوند.
- پیچهای فلنج باز شده و موتور و بادزن از بدنهٔ مشعل جدا شوند. باز کردن را باید از پیچ پایینی شروع کرد.
- بادزن تمیز شود (به مطالب ذکر شده در مبحث بادزنها مراجعه شود).
- مجموعهٔ موتور و بادزن بازبینی شود تا از درستی آن اطمینان حاصل گردد.

● رگولاتورگاز و شیرها

شیرهای گاز به نگهداری خاصی نیاز ندارند و هیچگونه تعمیراتی نباید روی آنها انجام گیرد.

شیرهای معیوب باید توسط یک شخص متخصص تعویض شده و پس از آن از نظر نشتی مورد آزمایش قرار گیرند. همچنین چگونگی کارکرد آنها و احتراق بررسی شود.

● بررسی اتصالات

تمام اتصالات الکتریکی موتور و شیر برقی باید از نظر صحت و ایمنی بازبینی شوند.

● نکات قابل توجه

پس از هر عملیات نگهداری باید :

- پارامترهای احتراق تحت شرایط واقعی کار (درهای بستهٔ موتورخانه و غیره) بررسی شوند.
- نتایج حاصله در برگه‌های بازرسی ثبت شوند.

● عیب‌یابی و رفع عیب

در صورت بروز اشکال در کار مشعل، ابتدا موارد زیر باید بررسی شوند :

- برق مشعل؛
- مسیر سوخت (شیر مغناطیسی گاز، رگولاتور گاز) و کلید فشار هوا؛
- وضعیت کلیدها روی پانل کنترل

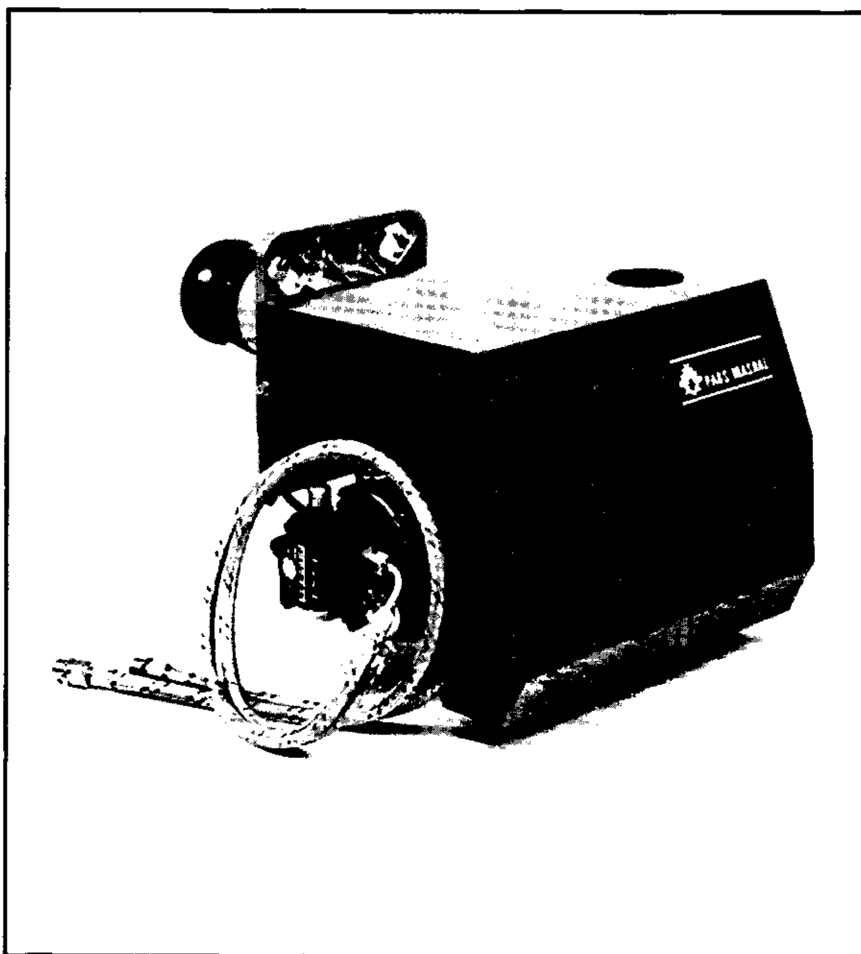
اگر بدین ترتیب اشکال پیدا و برطرف نشد، باید مطابق جدول ۱-۵ عمل شود.

□ مشعل گازوئیلی (Oil Burner)

● نگهداری و سرویس

سرویس و نگهداری مشعل گازوئیلی (شکل ۲-۵) باید حداقل سالی یکبار به ترتیب زیر انجام گیرد.

- کلید برق مشعل را در وضعیت خاموش قرار دهید.
- فتوسل را بیرون آورده با یک پارچهٔ خشک و لطیف آن را تمیز کنید.
- اتصال کابلهای ولتاژ قوی ترانسفورمر را باز کنید.
- اتصال لوله‌های سوخت را از پمپ باز کنید.
- شعله پخش‌کن را باز و تمیز کنید.
- نازل و اجزاء داخلی آن را تمیز کنید.
- الکترودها را به دقت تمیز کرده در جای خود قرار دهید و بررسی کنید که تنظیم باشد.



شکل ۲ـ۵ : مشعل گازوئیلی ساخت شرکت پارس مشعل

○ فیلتر داخل پمپ را خارج و به دقت تمیز کرده و در سر جایش قرار دهید.

○ کابلها و لوله‌های باز شده را مجدداً به نحو صحیح متصل کنید.

● عیب‌یابی و رفع عیب

در صورت بروز هر گونه اشکالی در کار مشعل ابتدا :

○ شرایط کار مشعل را بررسی کنید.

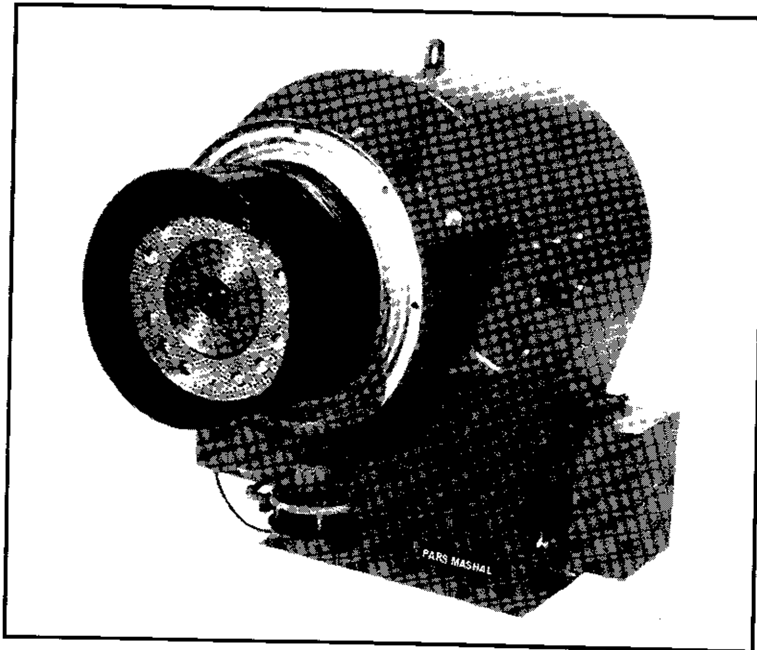
○ اطمینان حاصل کنید که برق مشعل وصل است.

○ مطمئن شوید که جریان سوخت مشعل به طور صحیح برقرار است.

○ اجزاء تنظیم شدنی مشعل در وضع مطلوب قرار دارند.

○ مشعل را خاموش و دوباره روشن کنید تا از صحت انجام این فرایند مطمئن شوید.

○ اگر اشکالی در موارد مذکور مشاهده نشد، می‌توان مطابق جدول ۲-۵ اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب کرد.



شکل ۳-۵ : مشعل مازوت سوز ساخت شرکت پارس مشعل

□ مشعل مازوت‌سوز

● عیب‌یابی و رفع عیب

در صورت بروز اشکال ابتدا :

- اطمینان حاصل کنید که برق مشعل وصل است.
- مطمئن شوید که جریان سوخت مشعل به طور صحیح برقرار است.
- رلهٔ مشعل را بررسی کنید.
- وضعیت کلیدها را روی تابلوی برق کنترل بررسی کنید.

اگر اشکالی در موارد مذکور مشاهده نشد، می‌توان مطابق جدول ۳-۵ اقدام به عیب‌یابی و رفع عیب کرد. شکل ۳-۵ یک مشعل مازوت‌سوز را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۵: عیب‌یابی و رفع عیب مشعلهای گازی

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
● فشار گاز کافی نیست	● فشار شبکهٔ گاز شهر کم است	● با شرکت گاز تماس بگیرید.
	● کلید فشار گاز[1] از تنظیم خارج و یا معیوب است	● تنظیم یا تعویض کنید.
	● فیلتر کثیف شده است.	● آن را تمیز کنید.
● موتور کار نمی‌کند ولی اتصال برق بسته است.	● کلید فشار هوا[2] خراب است.	● تعویض کنید.
	● کلید مشعل (روی تابلو) یا سیم‌کشی اشکال دارد.	● کلید مشعل (روی تابلو) را تعویض کنید، یا سیم‌کشی مشعل را بررسی و اشکال آن را رفع کنید.
	● خازن موتور خراب است.	● تعویض کنید.
	● رلهٔ مشعل خراب است.	● تعویض کنید.
	● موتور خراب است.	● تعویض کنید.
● موتور کار نمی‌کند چون مدار برق مشعل باز است.	● فیوز اصلی جریان برق سوخته است.	● تعویض کنید.
	● فیوز مخصوص مشعل سوخته است.	● تعویض کنید.
	● سیم‌کشی موتور به پایه رله اشکال دارد.	● بررسی و اشکال را برطرف کنید.
	● اکوستات درست تنظیم نیست.	● بررسی و تنظیم کنید.
	● کلید فشار هوا معیوب است.	● تعویض کنید.
● مشعل درست کار نمی‌کند. یعنی	● کلید فشار هوا از تنظیم خارج یا خراب شده است.	● تنظیم یا تعویض کنید.

1- Gas Pressure Switch   2- Air Pressure Switch

جدول ۱-۵: عیب‌یابی و رفع عیب مشعلهای گازی (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
چند ثانیه پس از تشکیل شعله، رله ری‌سِت می‌کند.	● مدار مراقب شعله (میلهٔ یونیزاسیون) اشکال دارد. ● رله خراب است ● بدنهٔ مشعل اتصال زمین نشده است. ● اتصال فاز و نول به پایهٔ رله برعکس است.	● وضعیت میلهٔ یونیزاسیون و مدار آن را بررسی و اشکال را بر طرف کنید. ● تعویض کنید. ● اتصال زمین کنید. ● اصلاح کنید.
● جرقه[1] زده نمی‌شود.	● الکترودهای جرقه اتصال کوتاه کرده‌اند یا خرابند. ● کابلهای جرقه صدمه دیده‌اند. ● ترانسفورمر جرقه[2] خراب شده است. ● رله خراب است.	● الکترودها را تنظیم یا تعویض کنید. ● آنها را تعویض کنید. ● تعویض کنید. ● تعویض کنید.
● مشعل در حین کار مکرراً خاموش می‌شود (رله ری‌ست می‌کند).	● شعله تنظیم نیست. ● فاصلهٔ بین الکترودها زیاد است. ● شیر مغناطیسی[3] گاز به دلیل افت ولتاژ باز نمی‌کند و ترانسفورمر جرقه نیز درست عمل نمی‌کند.	● جریان گاز و هوا را تنظیم کنید. ● فاصله را تنظیم کنید. ● این اشکال می‌تواند مربوط به افت ولتاژ شبکه باشد. حتی‌الامکان ولتاژ را تقویت کنید.
● بادزن مشعل مداوماً کار می‌کند امّا جرقه زده نمی‌شود.	● سروُ موتور[4] خراب شده است. ● رله معیوب است. ● دریچهٔ هوای مشعل گیر کرده است.	● تعویض کنید. ● تعویض کنید. ● رفع گیر کنید.
● شعله پس می‌زند.	● سیستم جرقه‌زنی اشکال دارد.	● - الکترودها را بررسی و در صورت لزوم تنظیم یا تعویض کنید. - ترانسفورمر جرقه را در صورت خرابی تعویض کنید.

1- Ignition　　2-Ignition Transformer　　3- Solenoid Valve　　4- Servomotors

جدول ۱-۵: عیب‌یابی و رفع عیب مشعلهای گازی (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
● شعله پس می‌زند. (ادامه)	● گاز یا هوا بیش از مقدار لازم است.	- اتصال کابل جرقه به الکترودها را بررسی و در صورت شل بودن سفت کنید. اگر اتصال بدنه کرده است برطرف کنید. ● بررسی و تنظیم کنید.
● صدای احتراق زیاد است.	● دیگ یا دودکش کثیف است. ● مقطع دودکش کوچک است یا گرفتگی دارد. ● نسبت هوا و گاز در سوخت درست نیست. ● بادزن کوچک است.	● تمیز کنید. ● با دودکش مناسب تعویض کنید. ● نسبت هوا و گاز را اصلاح کنید. ● با بادزن مناسب تعویض کنید.
● سر و صدای مشعل زیاد است.	● دریچهٔ تنظیم هوا لق می‌خورد. ● بادزن در جای خود محکم نیست. ● موتور درست نصب نشده است. ● یاتاقانهای موتور معیوبند.	● لقی را بر طرف کنید. ● محکم کنید. ● بررسی و اصلاح کنید. ● موتور را تعویض کنید.

جدول ۲-۵: عیب‌یابی و رفع عیب مشعلهای گازوئیلی

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
● موتور کار نمی‌کند	● فیوز اصلی جریان برق سوخته است.	● تعویض کنید.
	● فیوز برق مشعل سوخته است.	● تعویض کنید.
	● کلید برق و یا سیم‌کشی برق مشعل اشکال دارد.	● بررسی و اصلاح کنید.
	● رله خراب است.	● تعویض کنید.
	● آکوستات یا ترموستات درست کار نمی‌کنند.	● بررسی و عنداللزوم تعویض کنید.
	● بادزن نمی‌چرخد.	● بررسی و گیر آن را برطرف کنید.
	● الکتروموتور سوخته یا خازن آن خراب است.	● تعویض کنید.
	● سیم‌کشی موتور به پایه رله قطع است.	● وصل کنید.
● موتور کار می‌کند امّا جرقه زده نمی‌شود.	● گازوئیل در منبع تمام شده است.	● منبع را پُر کنید.
	● لولهٔ مکش پمپ هوا می‌کشد یا گرفتگی دارد.	● منفذ را پیدا و مرمّت کنید، یا گرفتگی را رفع کنید.
	● نازل گرفتگی دارد.	● آن را تمیز کنید.
	● فیلتر کثیف است.	● آن را تمیز کنید.
	● فاصلهٔ الکترودها زیاد است.	● برق مشعل را قطع و فاصلهٔ الکترودها را تنظیم کنید.
	● اتصال جرقه‌زن به پایهٔ رله قطع است.	● وصل کنید.
	● ترانسفورمر جرقه معیوب است.	● تعویض کنید.
	● الکترودها معیوب شده‌اند.	● تعویض کنید.
	● الکترودها اتصال بدنه دارند.	● برطرف کنید.
● مشعل روشن شده و کمی بعد از آن خاموش می‌گردد.	● لولهٔ مکش پمپ هوا می‌کشد یا گرفتگی دارد.	● منفذ را پیدا و مرمّت کنید، یا گرفتگی را رفع کنید.
	● لوله‌ها و شیرها منفذ دارند.	● منفذ را پیدا و ترمیم کنید.
	● سوخت تمام شده است.	● منبع گازوئیل را بررسی کنید.

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
● سوخت درست پودر نمی‌شود، شعله کوتاه و نامنظم است.	● نازل گرفتگی دارد. ● فشار برای پودر کردن سوخت کافی نیست.	● آن را تمیز کنید. ● - پمپ را بررسی کنید، ممکن است چرخ دنده‌های آن فرسوده باشند؛ تعویض کنید. - فیلتر کثیف شده است؛ تمیز کنید. - پمپ هوا می‌کشد؛ منفذ را پیدا و مرمّت کنید. - منبع گازوئیل بیش از حد مجاز (۳ متر) پایین‌تر از مشعل قرار دارد؛ آن را به حد مجاز برسانید. - اگر سیستم دولوله‌ای است، شاید توپی میان‌بر از جایش خارج شده است؛ آن را سر جایش بگذارید.
● شعله دود می‌کند.	● بادزن کثیف شده است. ● هوای احتراق کافی نیست. ● نازل فرسوده یا کثیف بوده و یا اندازه و زاویهٔ مخروط آن صحیح نیست. ● نازل نسبت به شعله پوش خیلی عقب است. ● فشار پمپ کافی نیست. ● دودکش کثیف یا مسدود شده است.	● تمیز کنید. ● دمپر هوا را بررسی و تنظیم کنید. ● آن را تعویض کنید. ● فاصله را تنظیم کنید. ● پمپ را بررسی کنید. ● آن را تمیز و گرفتگی را برطرف کنید.
● شعله پس می‌زند.	● سیستم جرقه‌زنی اشکال دارد.	● الکترودها را بررسی و در صورت لزوم تنظیم یا تعویض کنید. - ترانسفورمر جرقه را در صورت خرابی تعویض کنید. - اتصال کابل جرقه به الکترودها را بررسی و در صورت

جدول ۲-۵: عیب‌یابی و رفع عیب مشعلهای گازوئیلی (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
● شعله پس می‌زند. (ادامه)	● هوای اضافی ● سوخت درست پودر نمی‌شود.	شل بودن سفت کنید. اگر اتصال بدنه کرده است برطرف کنید. ● بررسی و تنظیم کنید. - ممکن است نازل گرفتگی داشته باشد، آن را تمیز کنید. - فشار پمپ خیلی کم است؛ ممکن است پمپ هوا بکشد (منفذ را پیدا و مرمّت کنید). فیلتر کثیف است (آن را تمیز کنید). چرخ دنده‌های پمپ فرسوده‌اند (تعویض کنید). - منبع گازوئیل بیش از حد مجاز (۳ متر) پایین‌تر از مشعل قرار دارد؛ آن را به حد مجاز برسانید. - اگر سیستم دولوله‌ای است، شاید توپی میان‌بر از جایش خارج شده است؛ آن را سر جایش بگذارید.
● صدای احتراق زیاد است.	● دیگ یا دودکش کثیف است. ● مقطع دودکش کوچک است یا گرفتگی دارد. ● دمپر دودکش تنظیم نیست یا کاملاً باز است. ● نازل بزرگ یا کثیف است و یا زاویه‌اش مناسب نیست. ● نازل بیش از حد جلو رفته است. ● فشار پمپ گازوئیل درست نیست. ● نسبت اختلاط هوا و گازوئیل مناسب نیست.	● تمیز کنید. ● با دودکش مناسب تعویض یا گرفتگی را رفع کنید. ● تنظیم کنید. ● با نازل مناسب تعویض کنید. ● آن را در جای مناسب قرار دهید. ● اصلاح کنید. ● دریچهٔ هوا و دبی پمپ را تنظیم کنید.

جدول ۲-۵: عیب‌یابی و رفع عیب مشعلهای گازوئیلی (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
● صدای احتراق زیاد است. (ادامه)	● بادزن کوچک است.	● با اندازهٔ مناسب تعویض کنید.
● سر و صدای مشعل زیاد است.	● دریچهٔ تنظیم هوا لق می‌خورد. ● بادزن در جای خود محکم نیست. ● موتور درست نصب نشده است. ● یاتاقانهای موتور معیوبند. ● چرخ دنده‌های پمپ گازوئیل فرسوده‌اند. ● ترانسفورمر جرقه خراب است. ● کوپلینگ شکسته یا معیوب است. ● مشعل در جای خود محکم نیست. ● گازوئیل هوا دارد.	● لقی را بر طرف کنید. ● محکم کنید. ● بررسی و اصلاح کنید. ● موتور را تعویض کنید. ● تعویض کنید. ● تعویض کنید. ● تعویض کنید. ● آن را محکم کنید. ● پمپ و لوله‌های سوخت را از نظر هوابندی وارسی و اصلاح کنید.

جدول ۳-۵: عیب‌یابی و رفع عیب مشعلهای مازوت سوز

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
● قوس جرقه برقرار نمی‌شود.	● الکترودهای جرقه اتصال کوتاه کرده‌اند.	● فاصلهٔ الکترودها را تنظیم کنید.
	● فاصلهٔ الکترودهای جرقه خیلی زیاد است.	● فاصلهٔ الکترودها را تنظیم کنید.
	● الکترودها کثیف شده‌اند.	● آنها را تمیز یا تعویض کنید.
	● عایق الکترودها معیوب شده است.	● الکترودها را تعویض کنید.
	● کابلهای جرقه معیوب شده‌اند.	● آنها را تعویض کنید.
	● ترانسفورمر جرقه معیوب شده است.	● آن را تعویض کنید.
● موتور پمپ روشن نمی‌شود.	● موتور یا خازن آن معیوب است.	● موتور یا خازن را تعویض کنید.
	● کلید فشار هوا از تنظیم خارج یا خراب است.	● تنظیم یا تعویض کنید.
● موتور بادزن روشن نمی‌شود.	● موتور معیوب است.	● آن را تعویض کنید.
● سر و صدای مشعل زیاد است.	● بادزن در جای خود محکم نیست.	● محکم کنید.
	● دریچهٔ تنظیم هوا لق می‌خورد.	● لقی را بر طرف کنید.
	● موتور درست نصب نشده است.	● بررسی و اصلاح کنید.
	● یاتاقانهای موتور معیوبند.	● موتور را تعویض کنید.
	● ترانسفورمر جرقه خراب است.	● تعویض کنید.
	● کوپلینگ شکسته یا معیوب است.	● تعویض کنید.
	● مشعل در جای خود محکم نیست.	● آن را محکم کنید.
● پمپ سوخت مکش ندارد.	● کوپلینگ معیوب است.	● تعویض کنید.
	● صافی پمپ، لوله‌کشی سوخت یا وصاله‌ها نشت دارند.	● صافی را تعویض کنید. وصاله‌ها را آب‌بندی کنید. لوله‌کشی سوخت را معاینه کنید.

جدول ۳-۵: عیب‌یابی و رفع عیب مشعلهای مازوت سوز (ادامه)

عیب	علت	چگونگی رفع عیب
● پمپ سوخت مکش ندارد. (ادامه)	● شیرهای مسیر سوخت بسته‌اند. ● فیلتر سوخت کثیف و گرفته است.	● شیرها را باز کنید. ● فیلتر را تعویض کنید.
● پمپ صدا می‌کند.	● پمپ هوا می‌کشد.	● لوله‌کشی سوخت را معاینه کنید.
● سوخت پودر نمی‌شود.	● پمپ فرسوده شده است. ● شیر برقی خراب یا برق آن قطع است. ● نازل گرفته است.	● پمپ را تعویض کنید. ● برق آن را وصل یا در صورت خراب بودن شیر، آن را تعویض کنید. ● نازل را تعویض کنید.

۶

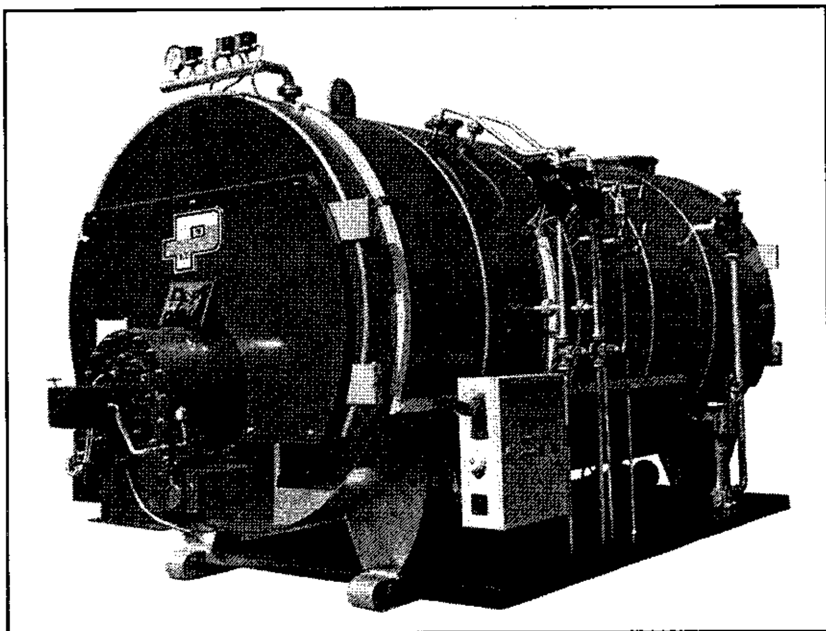
دیگ بخار

دیگ بخار

بسیاری از کارخانجات، بویژه صنایع شیمیایی، به جریان مداوم بخار نیاز دارند. چنانچه دیگ بخار به هر دلیل خاموش شود ممکن است موجب توقف فرایند تولید و نتیجتاً اتلاف مقادیر قابل توجهی از محصول شود.

دیگهای بخار امروزی بسیار پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر از دیگهای سابقند. برخی از این پیشرفتها بدین قرارند: مشعلهایی که قابلیت انعطاف آنها برای تغییر نسبت سوخت و هوا بسیار زیاد است؛ سیستمهای کامپیوتری که سوخت و فشار و دما را به طور دقیق کنترل می‌کنند؛ اعمال کنترل بدون نیاز به دخالت انسان و با استفاده از یک سیستم مرکزی و کنترل همزمان چندین دیگ؛ و مشعلهایی که اکسیدهای نیتروژن (NO_x) کمتری تولید می‌کنند.

با پیشرفت فن‌آوری دیگهای بخار و تجهیزات جانبی آن، اهمیت آموزش تعمیر و نگهداری آنها نیز خیلی بیشتر شده است و تنها افراد کارآمد و ماهر می‌توانند امر تعمیر و نگهداری دیگهای بخار امروزی را بر عهده



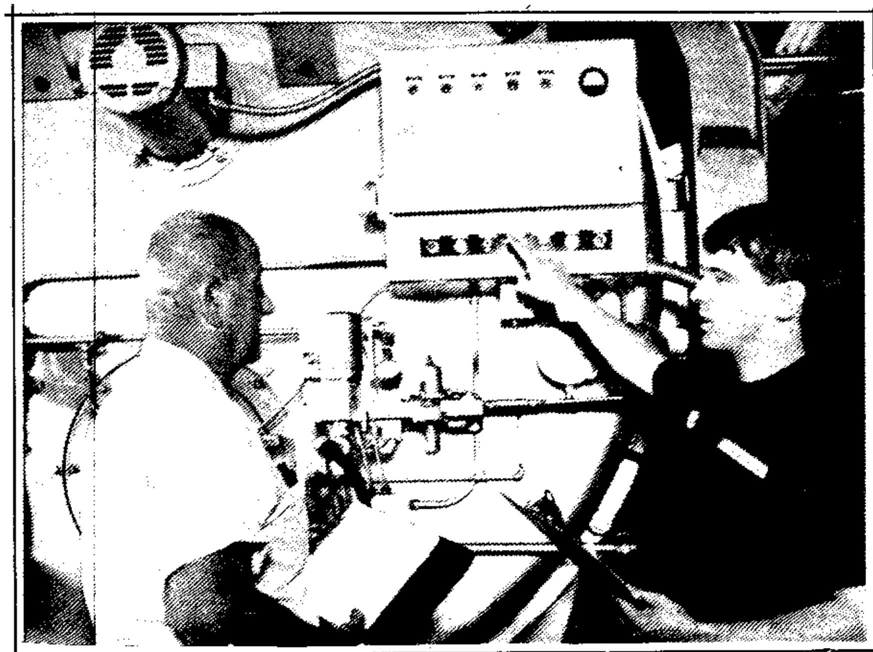
***شکل ۱-۶:** دیگ بخار ساخت شرکت پاکمن؛ **فشارسنج دیگ باید هر ساعت یک بار خوانده شود تا اطمینان حاصل** گردد که فشار کارکرد دیگ با نیازهای سیستم مطابقت دارد.*

گیرند. در نتیجه بسیاری از شرکتها سعی دارند که روشهای سابق تعمیر و نگهداری را کنار گذاشته وبا ارائه آموزشهای ضروری به پرسنل راهبری و نگهداری، بیشتر به سیستم مدیریت تعمیر و نگهداری کامپیوتری و برنامه‌ریزی شده متکی گردند که بر اساس آن افراد باید جداول از پیش تهیه شده‌ای را پُر کنند. مثلاً مهندس راهبر باید هر روز دماسنجها و فشارسنجها را ملاحظه کند.

سرویس دیگهای بخار را می‌توان به یک یا چند شرکت متخصص بر اساس قرارداد واگذار کرد. در اینجا سرویسی که عموماً باید توسط چنین شرکتهایی ارائه شود ذکر شده و آنچه باید از طرف دارندهٔ دیگ بخار در قرارداد قید شود نیز مورد اشاره قرار می‌گیرد.

● بازرسیهای منظم

دیگهای بخار هر سال حداقل به یکبار بازرسی و تمیزکاری نیاز دارند. این بازرسی بسیار جامع بوده و دامنهٔ وسیعی از آزمونها را شامل می‌شود؛ از موضوعات ساده‌ای مثل آزمایش نشت تا بررسیهای پیچیده‌تری مثل کیفیت احتراق در مشعل. چیزهایی که باید مورد بررسی قرار گیرند از این قبیلند: وضعیت شیرها از نظر باز و بسته شدن؛ چگونگی عملکرد احساسگرها (Sensors)؛ نشت داشتن یا نداشتن واشرها؛ میزان بودن کنترل‌کننده‌ها روی درجات مورد نظر؛ کیفیت آجرهای نسوز و عنداللزوم تعویض آنها. به همین



شکل ۲-۶: *تکنسین سرویسکار عملکردهای مختلف کلیدهای تابلوی کنترل را به همراه اپراتور دیگ مرور می‌کند.*

ترتیب باید کار بازرسی طبق جدول ۱-۶ صورت گیرد.

در مورد دیگهایی که با سوختهای سنگین (نفت کوره یا مازوت) کار می‌کنند و متناوباً خاموش و روشن می‌شوند (بیش از یکبار در ساعت)، یا اینکه در محیط پر گرد و غباری قرار دارند، باید دقت شود که تعداد دفعات بیشتری برای بازدید منظور گردد. علاوه بررسیهای فصلی تنظیمات، باید بازدیدهای نیمساله نیز انجام گیرند. در برخی موارد وقتی میزان روشن و خاموش شدن خیلی زیاد بوده یا محیط صدمه‌خیز باشد، بازرسی ماهانه مفیدتر است.

برخی از شرکتها هنگام عقد قرارداد بازرسی و بازبینی بخار را تقبل می‌کنند، در صورتی که همیشه باید تجهیزات جانبی از قبیل پمپهای آب تغذیهٔ دیگ، هوازداها (Deaerators)، و در بعضی موارد سیستم تصفیهٔ آب نیز در شمول قرارداد باشند.

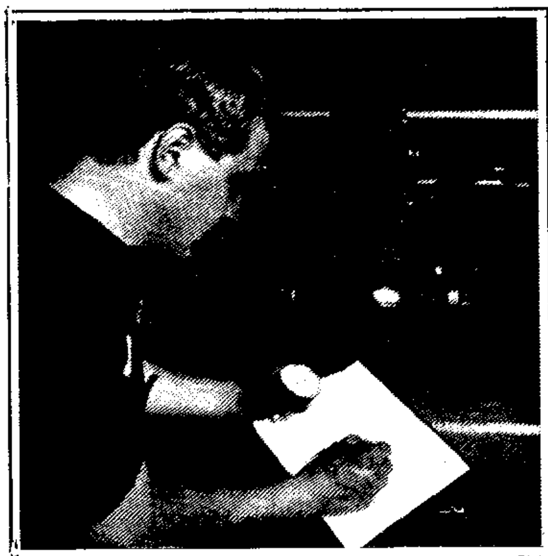
● قرارداد نگهداری

○ مبلغ قرارداد

مبلغ قرارداد به عوامل زیر بستگی دارد :

* اندازهٔ دیگ بخار : نگهداری دیگهای بزرگتر هزینهٔ بیشتری دارد.

* سوخت : برای دیگهایی که از سوخت مایع استفاده می‌کنند نسبت به دیگهای گازسوز باید مبلغ بیشتری پرداخت شود (که بین ۱٪ تا ۳٪ کل مبلغ قرارداد است). دلیل آن هم واضح است، چون علاوه بر



۶-۳ : تکنسین فشار تنظیم شدهٔ گاز را مورد رسیدگی قرار می‌دهد.

سخت‌تر بودن سوزاندن گازوئیل یا مازوت نسبت به گاز، ترکیبات گوگرد آنها موجب گرفتگی می‌شود.

* کاربرد : سرویسی که برای یک دیگ بخار فشار بالا باید انجام گیرد هزینهٔ بیشتری برمی‌دارد تا سرویسی که روی یک دیگ آب داغ سیستم گرمایش ساختمان اعمال می‌شود. دلیلش هم این است دیگ بخار فشار بالا بیشتر روشن و خاموش می‌شود و بیشتر در معرض فرسودگی است و لذا نیاز به سرویس بیشتری دارد (مثلاً آجر نسوز باید زودتر تعویض شود).

● قسمتهایی که باید در قرارداد منظور شوند.

اگر قرارداد فقط برای نگهداری دیگ بخار بسته شود هزینهٔ کمتری دارد تا اینکه تجهیزات جنبی را نیز شامل شود.

○ سرویسهای اضطراری شبانه روزی

* ترمیم یا تعویض قطعات : این مورد گاه ممکن است تا ۵۰٪ به مبلغ کل قرارداد اضافه کند. امّا احتمال دارد حوادث غیر مترقبه‌ای نیز پیش بیایند که در این صورت هزینهٔ آنها در طول یک دورهٔ قرارداد باید حتماً لحاظ شود.

* مسافت پیموده شده توسط پرسنل راهبری : در بعضی از قراردادها هزینهٔ مربوط به مسافتی که برای رسیدن به محل نصب دیگ و ارائه سرویس توسط پرسنل اعزامی شرکت پیموده می‌شود نیز منظور می‌گردد.

● نگهداری برنامه‌ریزی شده (Planned Maintenance)

بدون شک انجام بازرسیهای سالانه موجب کارکرد مؤثر و ایمن دیگ بخار می‌شود. امّا برای دستیابی به کارکرد بهینه باید برنامه‌ای جامع برای تعمیر و نگهداری فراتر از بازرسیهای اولیه و سالانه فراهم گردد.

تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی شده به میزان کردن دقیق و منظم دیگ، طبق آنچه در جدول ۲-۶ فهرست شده است، اطلاق می‌شود. قسمتی از یک برنامهٔ تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی شده بدین ترتیب است که اپراتور دیگ بخار باید همه روزه پارامترهای عملیاتی و هر هفته اجزای مکانیکی و برقی دیگ را وارسی نموده و در صورت برخورد با چیز غیر عادی شرکت طرف قرارداد را مطلع سازد. بعضی از اشکالات را می‌توان تلفنی تشخیص داد ولی برخی مستلزم حضور نمایندهٔ شرکت مذکور است. بر حسب مشخصات قرارداد تکنیسینها باید هر ماه یا هر فصل بازدید منظم را معمول داشته و به همین ترتیب هر نیمسال یا هر سال پاکسازیهای لازم را انجام دهند.

● انتخاب پیمانکار تعمیر و نگهداری

برای جلوگیری از وقفه یا قطع تولید بخار یا آب داغ باید اشکالات به سرعت شناسایی و رفع گردند و از

اینرو لازم است یک شرکت متخصص در تعمیر و نگهداری برای سرویس کامل دیگ در نظر گرفته شود. هر گاه شرکتی برای عقد قرارداد انتخاب می‌شود باید تضمینهای زیر از آن خواسته شوند:

۱- تعمیر و نگهداری جامع؛ و آن عبارت است از پیروی از اصول اجرائی توصیه شده توسط کارخانهٔ سازندهٔ دیگ؛

۲- از قطعات استاندارد و اصل (غیر متفرقه) استفاده شود تا اطمینان حاصل گردد که دیگ در حد استانداردهای مورد نظر کارخانهٔ سازنده نگهداری می‌شود؛

۳- کار به وسیلهٔ افرادی انجام شود که دوره‌های آموزشی لازم را در کارخانهٔ سازنده (در صورت امکان) دیده و تأیید شده باشند؛

۴- بازدیدها طبق برنامهٔ منظم و زمان‌بندی شده بر اساس نیازهای راهبری یا عملیاتی انجام پذیرند.

مضافاً بسیاری از دیگهای بخار نیاز به سرویس اضطراری شبانه‌روزی دارند.

جدول ۱-۶: بازرسیهای اساسی سالانهٔ دیگ بخار

۱- بازرسی دیگ و متعلقات آن؛
۲- مرور آنچه که به وسیلهٔ اپراتورها ثبت شده است؛
۳- بازرسی و تمیزکاری مشعل؛
۴- گشودن درب جلویی و بازبینی آجرهای نسوز؛
۵- بازرسی آجرهای نسوز درب جلویی و تعمیر آنها در صورت لزوم؛
۶- بستن و آب‌بندی درب جلویی با واشر نو، در صورت لزوم؛
۷- گشودن درب عقبی و بازبینی آجرهای نسوز؛
۸- بازرسی آجرهای نسوز درب عقبی با واشر نو در صورت لزوم؛
۹- بستن و آب‌بندی درب عقبی با واشر نو در صورت لزوم؛
۱۰- تمیزکاری و خلاءسازی سمت آتشخوار و لولهٔ دود (Breeching)؛
۱۱- بازبینی سمت آب از نظر رسوب گرفتگی، خوردگی یا دیگر ضایعات؛ سمت آبخور را با آب پر فشار تمیز کنید؛
۱۲- خارج کردن، باز کردن، تمیز کردن و بازبینی شیر قطع کن سطح پایین آب (Cutoff Valve)؛
۱۳- تمیز کردن سیستم هوای پودر کننده (Air Atomizing System) (منبع، کمپرسور و غیره)؛
۱۴- تعویض همهٔ واشرهای دریچهٔ بازدید و آدم‌رو؛
۱۵- بررسی کارکرد کنترلها، همبندها (Interlocks) و تنظیمات در صورت لزوم؛
۱۶- بررسی کارکرد بادزن؛
۱۷- بررسی کنترلهای آب تغذیه؛
۱۸- روشن کردن مشعل و کاراندازی دیگ و نشت‌یابی درها در صورت امکان؛
۱۹- بررسی کیفیت احتراق و تنظیم آن در صورت لزوم؛
۲۰- بازنگری نتایج بازرسی؛ بحث روی هر موردی که نیاز به تعمیر دارد و بهبود هر آنچه که لازم است؛

جدول ۲-۶ : یک برنامهٔ جامع برای تعمیر و نگهداری که شامل بررسیهای روزانه و هفتگی توسط اپراتورهاست.

● روزانه

۱- بررسی سطح آب؛
۲- لِردگیری دیگ (Blow Down)؛
۳- لِردگیری ستون آب؛
۴- بررسی عینی احتراق؛
۵- تصفیه و عمل‌آوری آب طبق برنامهٔ از پیش تعیین شده؛
۶- یادداشت کردن فشار و دمای آب تغذیه؛
۷- یادداشت کردن دمای دود؛
۸- یادداشت کردن فشار و دمای روغن؛
۹- یادداشت کردن فشار گاز؛
۱۰- یادداشت کردن فشار هوای پودرکننده؛
۱۱- یادداشت کردن دمای آب رفت و برگشت دیگ؛
۱۲- یادداشت کردن مصرف آب جبرانی؛

● هفتگی

۱- بررسی بسته شدن کامل شیر سوخت؛
۲- بررسی هماهنگی هوا و سوخت؛
۳- بررسی چراغها و هشداردهنده‌ها؛
۴- وارسی کنترلهای کارکرد (Operating Controls) و کنترلهای حدّ (Limit Controls)؛
۵- بررسی کنترلهای ایمنی (Safety Controls) و کنترلهای همبندی؛
۶- نشت‌یابی و رسیدگی به سر و صدا، لرزش و شرایط غیر عادی دیگر؛

● ماهانه یا فصلی

۱- بازرسی مشعل؛
۲- تجزیه و تحلیل احتراق؛
۳- بررسی بادامکها (Cams)؛

جدول ۲-۶ : یک برنامهٔ جامع برای تعمیر و نگهداری که شامل بررسیهای روزانه و هفتگی توسط اپراتورهاست. (ادامه)

۴- بررسی احتمال نشت دود؛
۵- بررسی برای یافتن نقاط داغ؛
۶- مرور نتایج حاصله از بررسیهای روزانه و هفتگی؛
● **نیم سالانه**
۱- تمیز کردن شیر قطع کن سطح پایین آب؛
۲- خارج کردن و تمیز کردن گرمکن سوخت؛
۳- بازرسی آجرهای نسوز؛
۴- تمیزکاری پمپ سوخت و فیلتر آب؛
۵- تمیزکاری صافی هوا و جداکنندهٔ هوا/روغن (Air/Oil Separator)؛
۶- بررسی تراز بودن کوپلینگ پمپ هوا؛
● **سالانه**
۱- تمیز کاری سطوح آتشخوار؛
۲- تمیزکاری لولهٔ دود؛
۳- بازرسی سطوح آبخور و در صورت نیاز تعمیرآنها، و اصلاح برنامهٔ تصفیهٔ آب

۷

سیستم آتش‌نشانی ساختمان

سیستم آتش‌نشانی ساختمان[۱]

سیستم آتش‌نشانی ساختمان را باید از فصل پاییز برای زمستان آماده کرد. کار بازرسی کامل سیستم باید طبق برنامه انجام گیرد. در این خصوص، استفاده از چک لیست ارائه شده در جدول ۱-۷ مفید است. باید برای موارد خاص طرحهایی آماده شوند. این طرحها باید شامل چگونگی اطفاء حریق در صورت یخ زدن سیستم آبپاش خودکار، ترکیدن لوله‌های اصلی زیرزمینی و سایر مشکلات متصوّره باشند.

● سیستم لولهٔ مرطوب (Wet-Pipe System)

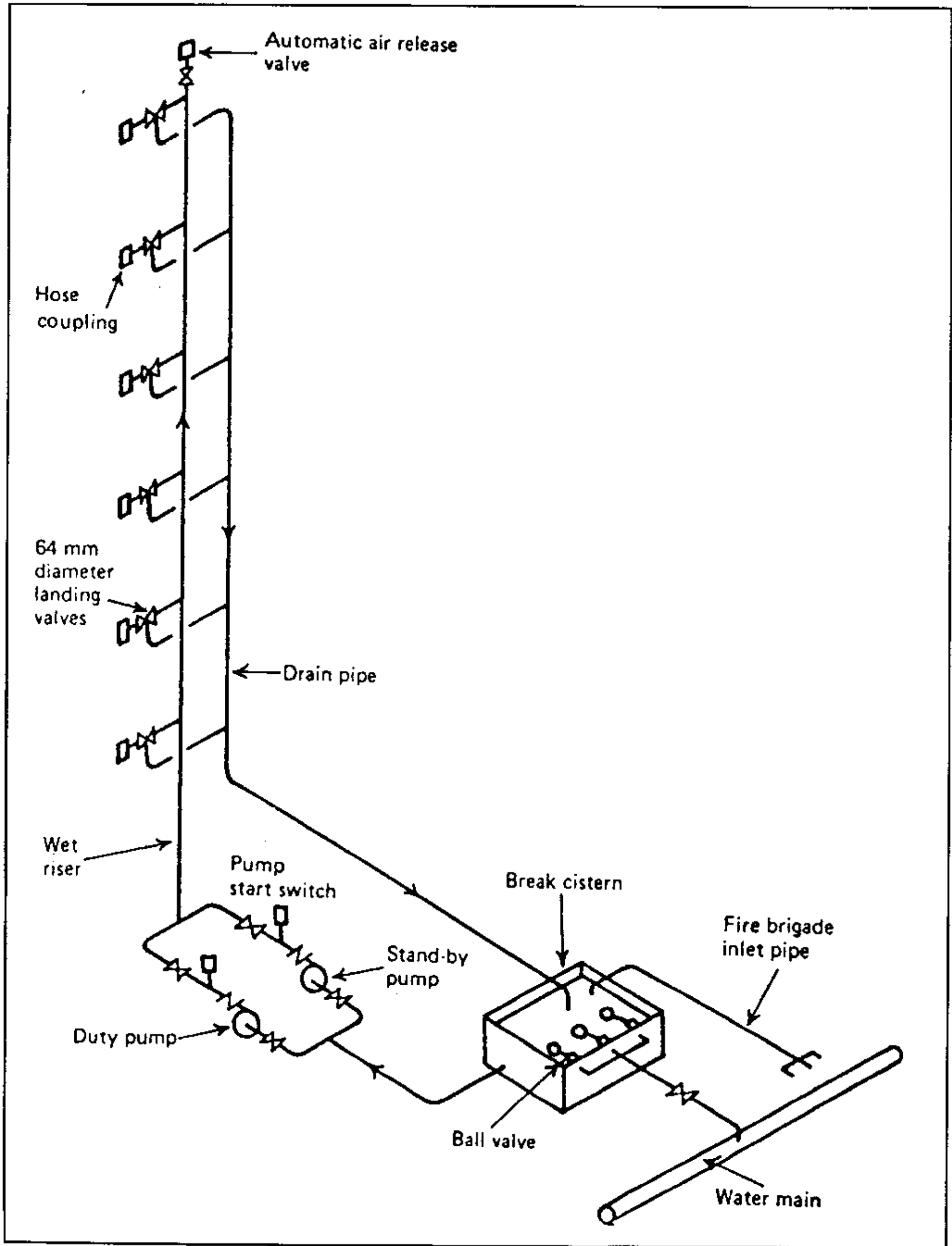
در این سیستم آتش‌نشانی (شکل ۱-۷)، از آبپاشهای خودکار متصل به شبکهٔ لوله‌ای که همیشه پر از آب است استفاده می‌شود. جهت احتراز از خطر یخ زدن آب در لوله‌ها باید تمامی فضاهایی که توسط سیستم لولهٔ مرطوب محافظت می‌شوند، به نحو مقتضی گرم شوند. تمام شیرهای کنترل سیستم باید روغنکاری و عنداللزوم تعمیر شوند. نقاط تخلیهٔ سیستم باید در شرایط جریان کامل آزمایش شوند.

اگر افزایش دمای فضا مجاز باشد، می‌توان برای گرم کردن لوله‌های مرطوب از گرمکنهای قابل حمل استفاده کرد. چنانچه این گرمکنها در دسترس نباشند یا استفاده از آنها به لحاظ افزایش دمای فضا صلاح نباشد، باید سیستم را سریعاً به طور کامل از آب خالی کرد تا از صدمات احتمالی جلوگیری شود. اگر سیستمی آسیب دیده باشد، باید با کنترل مداوم، خطرات بعدی را تا حد امکان کاهش داد.

● سیستم لولهٔ خشک (Dry-Pipe System)

در این سیستم آتش‌نشانی (شکل ۲-۷)، آبپاشهای خودکار به شبکهٔ لوله‌ای متصلند که از هوای تحت فشار پر شده است. وقتی سر آبپاش در اثر حرارت باز می‌شود، فشار هوا کاهش یافته یک شیر نیز باز شده و آب به سمت سر آبپاش جریان می‌یابد. این سیستم باید مورد بازبینی قرار گرفته و در صورت وجود نشتی هوا تعمیرات لازم انجام گیرند. جهت حصول اطمینان از تخلیهٔ آب سیستم به رایزرها یا نقاط معین، باید صحت شیب‌بندی لوله‌ها بررسی شود. تمام نقاط فرودست سیستم لوله‌کشی باید قبل از شدت یافتن سرما شناسایی، تخلیه و سرویس شوند. جهت تخلیهٔ آب انباشته شده در شترگلوییها هنگام تحت فشار بودن

۱- سیستم آتش‌نشانی ساختمان و محاسبات مربوطه به طور کامل در کتاب **"محاسبات تأسیسات ساختمان"** تألیف این مؤلف تشریح شده است. ناشر این کتاب انتشارات روزبهان، مقابل دانشگاه تهران است.



شکل ۱-۷: تأسیسات سیستم آتش‌نشانی با لولهٔ مرطوب

سیستم، ممکن است تجهیز این شترگلوییها به یک ساقهٔ آبریز ضروری باشد.

محفظهٔ شیرهای سیستم باید مورد بررسی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که به راحتی قابل دسترسی و تعمیر بوده و به اندازهٔ کافی گرم می‌شوند و عایقکاری آنها به درستی انجام شده است. شیرهای ساچمه‌ای آبریز باید آزاد عمل کنند. سطح آب اولیه در شیرهای سیستم باید به اندازه‌ای باشد که روی واشرها را بپوشاند امّا بالای شیر جمع نشود، چون در این صورت ممکن است به سطح سرد بیرونی شیر سرایت کرده و یخ بزند.

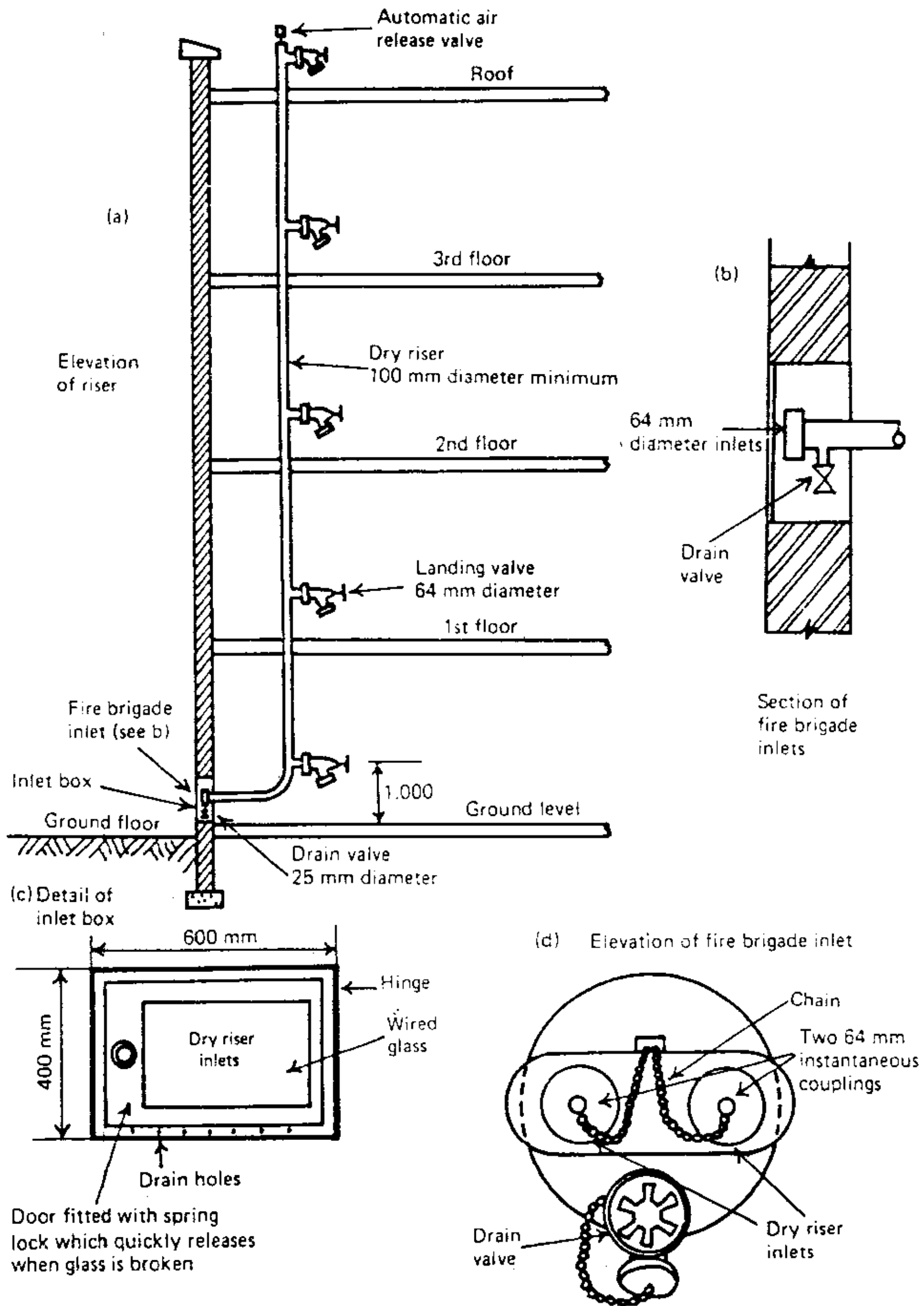
سطوح سرد آنقدرها بزرگ نیستند که استفاده از یک سیستم آبپاش ضد انجماد را توجیه کنند. تأسیسات مکانهای کم خطر[1] (Light Hazard Areas) که بیش از ۱۰ آبپاش نداشته باشند را می‌توان در شرایط زیر صفر و بعد از تخلیهٔ آب لوله‌ها، به وسیلهٔ یک شیر قطع جریان مخصوص هوای سرد (اصطلاحاً شیر هوای سرد : Cold Weather Or Shut-Off-in-Winter Valve) کنترل کرد.

چون محلولهای ضد انجماد ممکن است با نفوذ آب رقیق شوند، قبل از هجوم سرما باید از سیستم تخلیه گردیده غلظت آنها آزمایش شده و پس از تصفیه و اضافه کردن مادهٔ ضد انجماد برای جبران کمبود، دوباره به سیستم برگشت داده شوند. قسمتهایی که با شیرهای هوای سرد کنترل می‌شوند باید به طور صحیحی تخلیه شوند. شیرها باید بسته باشند و کارتی که رویش نوشته شده شیر بسته است به شیر الصاق شود تا مأمور آتش‌نشانی در مواقع اضطراری بداند که باید شیر را باز کند. این روش در مورد لوله‌های قائم (رایزرهای) معمولی که باید در فصل زمستان تخلیه و بسته شوند نیز به کار می‌رود. استفاده از شیر هوای سرد برای کنترل فضاهای گرم نشدهٔ تحت پوشش سیستم آبپاش خودکار، چندان مطلوب نیست. این روش باید تنها در مورد تأسیسات موجود (یعنی تأسیساتی که قبلاً نصب شده‌اند) به کار رود. سیستمهای جدید باید به نحو صحیحی به یک سیستم لولهٔ خشک و یا سیستم آبپاش ضد انجماد مجهز شوند. ایده‌آل این است که تمام شیرهای هوای سرد به سیستم لولهٔ خشک و یا سیستم آبپاش ضد انجماد تبدیل شوند.

● تجهیزات فضای باز

تجهیزاتی که در بیرون ساختمان (فضای باز) نصب می‌شوند، مثل شیرهای آتش‌نشانی، باید تا هنوز هوا ملایم است بازرسی و سرویس شوند. وسایلی که ممکن است با برف پوشیده شوند باید علامتگذاری شوند به نحوی که بتوان آنها را یافت و برف را از روی آنها پاک کرد. فضای اطراف این وسایل باید تمیز و بدون موانع مزاحم باشد تا به آسانی برف روبی شوند.

۱- مکانهایی که قابلیت اشتعال محتویاتشان کم بوده و هنگام آتش‌سوزی حرارت کمی تولید می‌کنند.



شکل ۲-۷: تأسیسات سیستم آتش‌نشانی با لولهٔ خشک

○ شیرهای آتش‌نشانی و شیرهای بیرونی کنترل آبپاشها باید روغنکاری شده و در مورد احتمال نشت تحت آزمایش قرار گیرند. شیرهای آتش‌نشانی را باید باز کرد تا رسوبات آنها خارج شده و اطمینان حاصل گردد که سیلندر شیر کاملاً خالی است و خود شیر درست عمل می‌کند. اگر شیر آتش‌نشانی در زمستان پر از آب باشد ممکن است یخ بزند.

○ چاله‌های شیر (Valve Pits) (محفظه‌های شیر واقع در زیر سطح زمین) باید کاملاً خالی از آب باشند. باید اطمینان حاصل شود که شیلنگهای آتش‌نشانی کاملاً خشک و در وضعیت مطلوبی هستند. شیلنگهای مشکوک باید تحت فشار، آزمایش شده و شیلنگهای معیوب تعویض گردند.

○ شیرهای آتش‌نشانی دیواری باید روغنکاری شده و در مورد احتمال نشت تحت آزمایش قرار گیرند.

○ نقاط اتصال شیلنگهای سازمان آتش‌نشانی به سیستم آتش‌نشانی داخل ساختمان باید بازرسی شوند تا اطمینان حاصل شود که نشت نمی‌کنند.

○ شیرهای یکطرفه‌ای که برای تخلیهٔ این وسایل مورد استفاده قرار می‌گیرند باید سرویس شده و هر گونه عیب آنها رفع گردد.

● مخازن آب

مخازن ثقلی، لوله‌های قائم (رایزرها)، مخازن مکش و مخازن فشار باید به دقت تحت آزمایش نشت‌یابی قرار گیرند. در صورت لزوم باید در محل نصب آنها گرمای مناسب ایجاد گردد.

سیستمهای گرم‌کننده باید قبل از شروع فصل سرد آزمایش شوند تا از صحت کار آنها اطمینان حاصل گردد.

○ مخازن ثقلی در صورت نشت باید فوراً مرمت شوند.

تجمع یخ می‌تواند به مخزن و پایهٔ آن صدماتی تا حدّ تخریب کامل وارد سازد.

○ صحت کار دماسنجها باید تحت بررسی قرار گیرد. سیستمهای گرمایشی از نوع گردشی (گردش آب) باید از رسوبات زدوده شوند.

○ در صورت گرمایش با بخار، شیر رفت بخار باید باز باشد تا از یخ زدن سمت دهش بخارگیر (تلهٔ بخار) جلوگیری شود.

○ وسایل گرم‌کنندهٔ مخزن باید در طول فصل سرد به طور روزمره تحت آزمون قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که دمای آب از حداقل ۴۰°C پایین‌تر نمی‌رود.

○ نباید گذاشت روی مخزن یا پایه‌های آن یخ تشکیل شود. وزن یخ ممکن است سبب واژگونی مخزن شود، یا قطعه یخهایی که به پایین می‌افتند ممکن است به افراد فنی نگهدار سیستم آسیب وارد آورند. یخ،

جریان آب را در مواقع اضطراری کُند یا متوقف می‌سازد.

● پمپهای آتش‌نشانی

○ پمپهای آتش‌نشانی معمولاً در اتاقهایی مجزا و در جوار دیوار خارجی با یک درب رو به بیرون و یا در یک ساختمان مجزا نصب می‌شوند. این اتاقها باید در طول فصل زمستان به میزان کافی گرم شوند تا از یخ زدن کلید فشار (Pressure Switch) که روشن شدن خودکار پمپ به عملکرد آن بستگی دارد، جلوگیری شود. این گرما همچنین برای باز نگه داشتن لوله‌ها و ممانعت از یخ زدن آب درون آنها و نیز جهت تسهیل روشن شدن خودکار پمپ ضروری است.

○ اگر یک مخزن رو باز یا استخر به عنوان منبع مکش برای یک پمپ آتش‌نشانی مورد استفاده قرار گیرد، باید قسمت ورودی و دریچهٔ مشبک مربوطه مورد بررسی قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که باز هستند و یخ و یا آشغال آنها را نبسته است. یک همزن (Agitator) یا حباب‌ساز (Bubbler) می‌تواند از تشکیل یخ در قسمت ورودی جلوگیری کند. در هوای خیلی سرد ممکن است بازرسی روزانه یا حتی چند ساعت به چند ساعت ضروری باشد.

○ نباید دمای اتاقی که در آن پمپ با موتور الکتریکی قرار دارد از $40^{\circ}F$ ($4/5^{\circ}C$) و اتاقی که در آن پمپ با موتور غیر الکتریکی قرار دارد از $70^{\circ}F$ ($21^{\circ}C$) کمتر شود، مگر اینکه از گرمکن موتور استفاده شود.

○ پمپهای خودکار باید در شرایط اضطراری فوراً روشن شوند و حتی زیر بار سنگین نیز کار کنند. این پمپها، بویژه پمپهای با موتور غیر الکتریکی، به مراقبت و سرویس دائمی نیازمندند. بازرسی منظم لازم است، مخصوصاً اندکی قبل از شروع فصل زمستان و در سراسر این فصل.

○ برای موتورهای غیر الکتریکی پمپ، قطع نظر از نوع سوخت، استفاده از گرمکن موتور توصیه می‌شود. اگر دمای مادهٔ سردکنندهٔ موتور حدود $120^{\circ}F$ ($49^{\circ}C$) نگهداشته شود، دمای اتاق پمپ را می‌توان در $40^{\circ}F$ ($4/5^{\circ}C$) تثبیت کرد. استفاده از گرمکنهای موتور موجب اطمینان خاطر از استارت سریع موتور شده صدمات ناشی از استارتهای سرد زیر بار سنگین را کم می‌کند، همچنین بار استارت روی باطری را کاسته رطوبت را از موتور دور کرده و لزوم مراقبت و تعمیر موتور را کاهش می‌دهد.

○ با توجه به دمای پایین هوا، باید از سوخت متناسب با فصل استفاده شود، حتی اگر مخزن سوخت در خود اتاق پمپ نصب شده باشد. مشخصات سوختهای ترکیبی فصل به فصل تغییر می‌کند، لذا مخزن سوخت را باید هر پاییز تخلیه کرده و آن را با سوخت مخصوص زمستان پر کرد. از سوخت تخلیه شده می‌توان در موتورهای دیگر یا سیستم گرمایش استفاده کرد.

○ بنزین به مرور زمان فاسد می‌شود و سوختی که قرار است برای مدت طولانی ذخیره شود باید قبل از

شروع زمستان جایگزین آن گردد.

○ مخزن سوخت باید پر نگهداشته شود تا امکان تقطیر رطوبت هوا در داخل مخزن به حداقل برسد.

○ مراقبت از باطری بسیار مهم است. معمولاً موتور پمپها آنقدر روشن نمی‌مانند که برای شارژ کامل باطری کافی باشد. لذا باید از دستگاههای شارژ جداگانه‌ای برای حفظ وضعیت مطلوب باطری، استفاده کرد. کار شارژکننده و وضعیت باطری باید در طول فصل زمستان به طور منظم تحت نظر باشد.

○ تمامی اجزاء مکانیکی و الکتریکی تأسیسات پمپ باید بازرسی شوند. صافیهای مسیر خنک‌کنندهٔ پمپ و فیلترهای مسیر سوخت باید باز و تمیز باشند. روغن موتور باید تعویض شده و وضعیت عملکرد پمپ مورد وارسی قرار گیرد. برنامهٔ بازرسی منظم پمپ و تسهیلات مربوطه باید قبل از فرا رسیدن زمستان آماده شوند. تجهیزات برف روبی باید آماده و در دسترس باشند تا در مواقع اضطراری بتوان به آسانی به پمپ دست یافت.

● در صورت یخ زدن سیستم چه باید کرد؟

اگر به رغم پیش‌بینی‌ها، یک سیستم آبپاش یخ زده و مشکل‌ساز گردد، نباید شتابان و سراسیمه به سراغ راه حلهای ناصحیحی رفت که ممکن است خود موجب بروز خطر شوند. مثلاً استفاده از شعلهٔ مشعل برای رفع انجماد سیستم خود می‌تواند سبب انفجار یا آتش‌سوزی گردد. در چنین مواردی اگر فقط یک قسمت از لوله‌کشی یخ زده باشد، ممکن است بتوان با بستن یک شیر، آن قسمت را از سیستم مجزا کرد. در صورت امکان می‌توان با افزایش دمای ساختمان، یخ موجود در لوله‌ها را ذوب کرد. وسایل و تجهیزات باید در مقابل صدمات ناشی از نشت آب از لوله‌ها یا وصاله‌های شکسته و آبپاشهای معیوب که تا قبل از ذوب یخ، مرئی نیستند محافظت شوند.

یخ زدن سیستم آبپاش یک خطر بسیار جدی است. هنگام رفع انجماد و تعمیر سیستم باید در صورت امکان یک سیستم موقت آتش‌نشانی، مثل آتش خاموش‌کنهای دستی را آماده داشت. در چنین مواقعی باید موقتاً از انجام کارهای بالقوه خطرناک در ساختمان پرهیز کرد یا آنها را به حداقل رساند. هیچگونه جوشکاری یا برش با شعله نباید انجام گیرد. به علاوه، سازمان آتش‌نشانی محل نیز باید در جریان امر گذاشته شود تا بر حسب لزوم به سرعت وارد عمل گردد.

جدول ۱-۷: چک لیست سیستم آتش‌نشانی ساختمان

● سیستم لولهٔ مرطوب

□ آیا تمام فضاهای غیر مرئی به اندازهٔ کافی گرم می‌شوند؟

□ آیا تمام سطوح مجاور دیوارها و درهای خارجی به اندازهٔ کافی گرم می‌شوند؟

□ آیا تمام لوله‌ها و محلهای تخلیهٔ سیستم تمیزند؟

در صورت منفی بودن پاسخ در هر یک از موارد فوق چه می‌کنید؟

● سیستم لولهٔ خشک

□ آیا محفظهٔ شیر لولهٔ خشک به اندازهٔ کافی گرم است؟

□ آیا محفظهٔ شیر عایقکاری شده است یا عایق آن سالم است؟

□ آیا فشار هوای شیر لولهٔ خشک و دمای محفظه در طول فصل زمستان روزانه بازبینی می‌شود؟ اگر روزانه نیست، پس چگونه است؟

□ آیا سطح آب در بالای نشیمن شیر تا بیرون محفظه می‌رسد؟ اگر چنین است برای حل این مسئله چه خواهید کرد؟

□ آیا همهٔ نقاط فرودست کاملا" تخلیه شده‌اند؟

□ آیا همهٔ شیرهای کنترل روغنکاری شده و آمادهٔ کارند؟

● سیستمهای ضد انجماد و شیرهای هوای سرد

□ آیا تمام سیستم ضد انجماد آزمایش شده و غلظت محلول صحیح است؟

□ آیا تمام قسمتهایی که با شیر هوای سرد کنترل می‌شوند به طور صحیح تخلیه شده‌اند؟

□ آیا تمام شیرها بسته شده‌اند و به آنها کارت "بسته است" الصاق شده است؟

□ آیا محل شیرهای هوای سرد روی نقشه‌های تأسیساتی مشخص شده است؟ نقشه‌ها کجا نگهداری می‌شوند؟

● سیستم آبپاش

□ آیا شیب‌بندی سیستم به سمت محل تخلیه صحیح است؟

جدول ۱-۷: چک لیست سیستم آتش‌نشانی ساختمان (ادامه)

- ☐ آیا تمام قسمتها تخلیه شده‌اند؟
- ☐ آیا تمام شیرهای کنترل روغنکاری شده و آمادهٔ کارند؟

● تجهیزات فضای باز

- ☐ آیا شیرهای کنترل آبپاشها و شیرهای آتش‌نشانی بیرون ساختمان روغنکاری شده و تحت آزمایش نشت‌یابی واقع شده‌اند؟
- ☐ آیا تمام شیرهای آتش‌نشانی باز شده و آب با فشار از آنها خارج شده است؟
- ☐ آیا تمام شیرهای آتش‌نشانی به درستی تخلیه می‌شوند؟ اگر نه، در این مورد چه می‌کنید؟
- ☐ آیا تمام چاله‌های شیر، خشک و خالی از آب هستند؟
- ☐ آیا اگر چالهٔ شیری پر از آب بود، این آب به بیرون چاله پمپ شده است؟
- ☐ آیا تمام شیلنگها در وضعیت مطلوبی قرار دارند؟
- ☐ آیا تمام شیلنگها در دسترسند؟
- ☐ آیا تمام شیرهای دیواری آتش‌نشانی روغنکاری شده‌اند؟
- ☐ آیا تمام شیرهای دیواری آتش‌نشانی به درستی تخلیه می‌شوند؟
- ☐ آیا نقاط اتصال شیلنگهای سازمان آتش‌نشانی به درستی تخلیه می‌شوند؟
- ☐ آیا تمامی تجهیزات آتش‌نشانی واقع در فضای باز علامتگذاری شده‌اند تا پس از پوشیده شدن از برف به راحتی بتوان آنها را پیدا کرد؟

● تأمین آب

- ☐ آیا مخازن آب پر هستند؟
- ☐ آیا مخازن آب در وضع مطلوبی هستند؟ اگر نه، چه خواهید کرد؟
- ☐ آیا تمام مخازن به هشداردهنده‌های دمای پایین (Low Temperature Alarms) مجهزند؟
- ☐ آیا هشدار دهنده‌های دما درست عمل می‌کنند؟ اگر نه، چه خواهید کرد؟

جدول ۱-۷: چک لیست سیستم آتش‌نشانی ساختمان (ادامه)

● **پمپهای آتش‌نشانی**

☐ آیا دمای اتاق پمپها مناسب است؟

☐ آیا موتور پمپها در وضعیت مطلوب هستند؟

☐ آیا گرمکنهای سوخت در برابر سرما محافظت شده‌اند؟

☐ آیا ترکیب سوخت برای زمستان مناسب است؟

☐ چون بنزین فاسد می‌شود، آیا از بنزین تازه استفاده می‌کنید؟

☐ آیا باطری کاملاً شارژ است؟

☐ در صورت استفاده از مخزن رو باز یا استخر برای آب آتش‌نشانی، آیا همزن یا حباب‌ساز نصب شده است؟ در صورت منفی بودن پاسخ در هر یک از موارد فوق چه خواهید کرد؟

● **آتش خاموشکنهای دستی**

☐ آیا آتش خاموشکنهای دستی در فضاهای سرد ساختمان (که امکان انجماد آب در سیستم لوله‌کشی آتش‌نشانی وجود دارد) نصب شده‌اند؟

توجه: آنچه ذکر شد تنها یک پیشنهاد است. بر حسب نوع کاربرد می‌توانید مواردی را به آن اضافه و یا از آن کم کنید.

واژەنامە

wet bulb (WB) temperature .... دمای مرطوب هوا
wet-pipe system .... سیستم لولهٔ مرطوب (در آتش‌نشانی)
wired .... سیم‌کشی شده - مسلح
wired glass .... شیشهٔ نشکن - شیشهٔ مسلح

V - v

vacuum tube .... لولهٔ خلاء
vane .... تیغه - پره
vaneaxial fan .... بادزن نوع پره محوری
vapor .... بخار
variable .... تغییرپذیر
variable inlet vanes .... پره‌های متغیر ورودی
variable speed drives .... محرّکهای سرعت متغیر
velocity .... سرعت
vent pipe .... لولهٔ تهویه
volume .... حجم
volute .... مارپیچ - حلزونی
vortex .... گردباد - جریان حلقوی

W - w

warm .... گرم
water conditioning .... تصفیهٔ آب
water cooled condenser .... کندانسور آبی - کندانسور آب-خنک
water main .... لولهٔ اصلی آب
water-cooler bearing .... یاتاقان غلافی از نوع آب-خنک
wearing ring .... رینگ فرسایشی
weather .... آب و هوا
wedge .... گوه

stuffing box .... کاسه نمد

suction .... مکش

supply .... تغذیه - ارسال داشتن - رساندن - تحویل دادن - تأمین کردن

supply air .... هوای رفت - هوای ارسالی به محل مورد نظر

supply duct .... کانال رفت - کانال ارسال

surge drum .... محفظهٔ تفکیک

T - t

tachometer .... دور سنج

tension .... کشش

thermal - expansion valve .... شیر انبساط حرارتی

thermostat .... ترموستات - دماپای

thermostat defrost .... ترموستات برفک‌زدای

thickness .... ضخامت

throw-away .... یکبار مصرف - دور انداختنی

thrust bearning .... یاتاقان کف گرد

time device .... وسیلهٔ زمانی - وسیله‌ای که قطع و وصل آن طبق زمان‌بندی صورت می‌گیرد

tolerance .... حدّ مجاز - رواداری

torque .... گشتاور

trap .... سیفون (شتر گلو)

tube sheet .... صفحه لوله

tubeaxial fan .... بادزن نوع پروانه در لوله

turbulance .... آشفتگی

two-position .... دو وضعیتی (باز یا بسته: در مورد دمپر و شیر)

spray chamber	محفظهٔ پاشش
spray nuzzle	سر آبفشان
sprayer	افشانک - پاشنده
sprinkler	آبپاش
sprinkler heads	سرهای آبپاش
staff	کارکنان - پرسنل - شاخص - میلهٔ مندرّج (نقشه برداری)
stage	مرحله
stand-by pump	پمپ یدکی
standpipe	لولهٔ قائم
starter	راه‌انداز
steam	بخار
steam injector humidifier	رطوبت‌زن نوع تزریق‌کنندهٔ بخار
steam pan humidifier	رطوبت‌زن نوع لگنچهٔ بخار
steam trap	تلهٔ بخار - بخارگیر
storage	ذخیره - انبار
storage factor	ضریب ذخیره
straight	مستقیم - راست
straight edge	لبهٔ مستقیم
straight tube	لولهٔ مستقیم
strainer	صافی
stratification	لایه لایه شدن - لایه‌بندی - قشر بندی
stratum	لایه - قشر - طبقه - وضعیت
stream	جریان
streamline	مسیر جریان
strip heater	گرمکن تسمه‌ای
stuff	جنس - ماده - کالا - شیئی
stuffing	لایی - واشر آب‌بندی - رویه - پوشش - آب‌بندی کردن - بتونه کردن

shut-off .... قطع کردن - از دستگاه جداکردن - آب‌بندی کردن - درزبندی کردن - مهار شدن
shut-off in winter valve .... شیر هوای سرد (در آتش‌نشانی)
shut-off valve .... شیر قطع کننده - شیر مسدود کننده
side seal .... درزبند جانبی
sight glass .... شیشهٔ رؤیت
single rectangular damper .... دمپر مستطیلی تکی
sleeve .... غلاف - بوش
sleeve bearing .... یاتاقان بوشی
slime .... لجن
slinge .... کابل جرثقیل - زنجیر قلابدار - حلقهٔ طناب - سگک قلاب
sludge .... لجن
sludge collection pan .... سینی تجمع لجن
smoke damper .... دمپر دود
snap-on seal .... درزبند گیره‌ای
solenoid valve .... شیر مغناطیسی
solution pump .... پمپ محلول
soot .... دوده‌ای کردن - دوده
sound .... صدا - صوت - صدا کردن - صدا دادن
sound attenuator .... صدا خفه کن
sound level .... سطح صدا
sound level meter .... صداسنج
sound power level .... سطح قدرت صدا
sound pressure .... فشار صدا
spary .... افشاندن - پاشیدن - افشانه - اسپری
speed .... سرعت
split-case .... بدنهٔ دو تکه - محفظهٔ دو تکه
splitter damper .... دمپر جداکننده

safety control .... کنترل ایمنی

scale .... رسوب

screen .... توری - غربال

screw .... پیچ

scroll .... طومار - طومار کردن

scrub .... با جارو شستن و پاک کردن - کارهای شستنی و تنظیفی کردن

seal .... کاسه نمد - مهرهٔ آب‌بندی - واشر آب‌بندی - درزگیر - محکم کردن

search .... کاوش کردن

search hose .... لولهٔ کاوشگر (در مشعل هالاید)

section .... مقطع - بخش

self - contained .... خودکفا

self-aligning .... خود به خود هم محور شونده

self-cleaning .... خود پاک‌شو

sensor .... احساسگر

separate .... جدا - مجزّا - جدا کردن - تفکیک کردن

separation .... جداسازی - تفکیک

separator .... جداکننده

servomotor .... سرؤموتور (مربوط به کنترل اتوماتیک)

set .... قرار دادن - گذاردن - میزان کردن

set .... ترموستات هوای مخلوط

shaft .... محور - شافت

shaft journal .... سر محور (که یاتاقان در آن می‌چرخد)

shaft sleeve .... بوش محور

shell .... پوسته

shield .... سپر - حفاظ

shut .... بسته - مسدود شده - جدا - بستن

shut-dowm .... کاهش - توقف - خاموش کردن (موتور)

relief damper .... دمپر رهاکننده
replace .... تعویض کردن
replacement .... جابه جایی - تعویض
reservoir .... مخزن
retain .... باقیماندن در یک وضعیت - ابقا کردن - حفظ کردن - نگاه داشتن
retainting clip .... گیرهٔ ضامن
retainting pin .... خار ضامن
retainting ring .... حلقهٔ ضامن - حلقهٔ حایل
retainting spring .... فنر ضامن
retainting wall .... دیوار حائل
reversible .... برگشت‌پذیر - برگرداندنی
reversing valve .... شیر معکوس‌کننده - شیر تبدیل
ring .... رینگ - حلقه
ring-oiled sleeve bearing .... یاتاقان غلافی از نوع رینگ روغنی
riser .... لولهٔ قائم
roof .... پشت بام
rooftop unit .... واحد پشت بامی
room air conditioner .... واحد تهویه مطبوع اتاقی (کولر گازی)
rotary .... گردان - چرخشی - دورانی
rotate .... چرخیدن - بر محور خود گردیدن
rotation .... چرخش - دوران - گردش
round damper .... دمپر گِرد

S - s

safety .... ایمنی - اطمینان

pressurestat .... پرشرستات - فشارپای
propeller .... پروانه - پره
propeller-type fan .... بادزن نوع جریان محوری
protect .... محافظت کردن
protection coating .... پوشش محافظ
protective screens .... توریهای محافظ
pump start switch .... کلید راه‌اندازی پمپ
purge .... بیرون دادن یا تخلیهٔ گازهای غیر قابل تقطیر
purge unit .... واحد تخلیهٔ گاز - واحد گازگیری
purger .... گازگیر - تخلیه‌کنندهٔ گاز

R - r

radial .... شعاعی
range .... دامنه - بُرد - فاصله - دامنهٔ تغییر - نوسان کردن - تغییر دادن - دامنه داشتن
rating .... شدت - نرخ
redwood .... چوب درخت سرخدار
reflect .... منعکس کردن - برگرداندن
reflecting .... بازتابنده
reflection .... انعکاس - بازتابش
reflective .... بازتاب - منعکس کننده - صیقلی
refrigerant .... مادهٔ مبرّد
refrigerant pump .... پمپ مبرّد
refrigeration .... تبرید - سردسازی
refrigeration cooling .... سرمایش ماشینی - سرمایش به وسیلهٔ چیلر
release .... آزاد - رها - رهاکردن - آزاد کردن

P - p

packing .... واشر - درزگیر - باربندی - بارپیچی
pan .... تشت - لگنچه - کفهٔ ترازو
parallel blades damper .... دمپر تیغه موازی
partially .... قسمتی - بخشی - جزئی
partially closed .... قسمتی بسته
path .... مسیر
percent .... درصد
performance .... عملکرد
periodic .... دوره‌ای - ادواری
pillow .... بالین - بالش
pillow block .... قطعهٔ نگهدارنده (در یاتاقان)
pilot .... پیلوت - شمعک
plan .... طرح - برنامه - طرح کردن - برنامه‌ریزی کردن
planned maintenance .... نگهداری برنامه‌ریزی شده
platform .... سکّو
plenum .... فضای اشغال شده توسط ماده (کلمهٔ مقابل vacuum به معنی خلاء)
pneumatic .... بادی - با هوای فشرده کار کننده
porous .... اسفنجی - پرمنفذ - متخلخل
porous ceramic plate .... صفحهٔ سرامیکی منفذدار
portable .... قابل جابه‌جایی - قابل حمل
position .... حالت - وضعیت - موقعیت
pressure regulator .... رگولاتور فشار
pressure relief damper .... دمپر رهاکننده فشار
pressure switch .... کلید فشار



ohmmeter .... اهم متر - مقاومت سنج

oil burner .... مشعل گازوئیلی

oil separator .... جداکنندهٔ روغن

oil-impregnated .... آغشته به روغن

once-through .... تک گذر

open-spray .... افشانندهٔ باز

open-type-motor .... موتور باز

opening .... سوراخ - روزنه - دهانه

operating control .... کنترل کارکرد

operating log .... جدول نحوهٔ عملکرد - جدول کارنما

operative .... مؤثر - عملی - قابل استفاده

operator .... اپراتور - متصدی دستگاه

opposed blades damper .... دمپر تیغه متقابل

opposite .... مخالف - مقابل

outlet .... خروجی

outlet damper .... دمپر خروجی

outside air damper (OA) .... دمپر هوای خارج

over-center compression seal .... درزبند تراکمی فرامرکزی

overhead .... هوایی - بالا سر

overtightness .... سفتی بیش از حد - تنگی بیش از حد

mixing .... مخلوط سازی
modulating damper .... دمپر تنظیم جریان
motorized .... موتوری
mount .... پایه - گیره - جای نصب - شاسی - نصب کردن - سوار کردن
multiblade .... چند تیغه‌ای
multigroove pulleys .... پولی چند شیاره
multiplate plate oil filter .... فیلتر روغنی چند صفحه‌ای
multiple section damper .... دمپر چند بخشی
multispeed .... چند سرعته
multizone .... چند ناحیه‌ای

N - n

natural draft .... کشش طبیعی
needle valve .... شیر سوزنی
noise .... صدا - سروصدا
noise level .... سطح صدا
non-return valve .... شیر یکطرفه
noncondensable/noncondensible .... غیر قابل تقطیر
nonfreeze coil .... کویل ضد انجماد
nonmetallic .... غیر فلزی
normally closed .... معمولاً بسته
normally open .... معمولاً باز
nozzle .... افشانک

limit control .... کنترل حدّ
linear curve .... منحنی خطی
liner .... آستر - غلاف - بوش
liquid .... مایع
louver .... کرکره
louver damper .... دمپر کرکره‌ای
low leakage damper .... دمپر کم نشت
low temperature alarm .... هشداردهندهٔ دمای پایین
low-side float .... شناور بخش فشار ضعیف
low-temperature .... قطع دما-پایین (وسیلهٔ کنترل)
lubrication .... روانکاری - روغنکاری

M - m

main .... اصلی - کلی - عمده - مهم - اولیه
main distribution pipe .... لولهٔ اصلی توزیع
maintenance .... تعمیر و نگهداری وسایل و دستگاهها - سرویس و نگهداری
make up .... جبران کردن - درست کردن - مونتاژ کردن
manifold .... چند راهه - چند شاخه
manual balancing damper .... دمپر متعادل‌کنندهٔ دستی
maximum allowable suction lift .... حداکثر مجاز ارتفاع مکش
mechanical seal .... درزگیر مکانیکی
metal .... فلز
minimum .... حداقل
mixed air thermostat (MAT) .... ترموستات هوای مخلوط
mixed flow pump .... پمپ نوع جریان مخلوط

inlet guide vanes .... تیغه‌های هادی ورودی
inspection .... بازرسی
installation .... تأسیسات - دستگاه - نصب - استقرار
installed characteristic .... مشخصهٔ نصب
instantaneous .... لحظه‌ای - آنی - فوری
interlock .... در هم تقفل - کوپلاژ - همبندی - در هم قفل کردن - همبند کردن
isolating damper .... دمپر مجزاکننده
isolating valve .... شیر جداکننده

J - j

jackshaft .... محور بالابر (در دمپرها)
journal bearing .... یاتاقان سر محور

L - l

landing valve .... شیر پاگرد (در سیستم آتش‌نشانی)
leak .... نشت - تراوش - نشت کردن
leakage .... نشت - تراوش - چکّه - کمبود - کسری
leakage rate .... شدت نشت
leaktightness .... نشت‌ناپذیری
leaving air .... هوای خروجی
level .... تراز افقی - سطح - ترازکردن
light .... سبک - ضعیف - روشنایی - نور - روشن کردن
light hazard .... کم خطر

hole .... سوراخ
honeycomb .... لانه زنبوری
hose .... شیلنگ
housed bearing .... یاتاقان بوشی
housing .... پوسته - اتاقک - محفظه - پایه - تکیه‌گاه
humidifier .... رطوبت‌زن
humidistat/hygrostat .... هیومیدستات - نمپای
hydraulic .... آبی - روغنی - هیدرولیک
hydraulic alarm .... هشدار دهندهٔ هیدرولیک

I - i

ignition .... جرقه
ignition transformer .... ترانسفورمر جرقه
immerse .... غوطه‌ور کردن - فرو بردن
immersion .... غوطه‌وری
impeller .... پره
impregnate .... تلقیح کردن - اشباع کردن - آغشتن
incorrect .... غلط
indoor .... داخلی - داخل ساختمان
induced-draft cooling tower .... برج خنک‌کن با جریان هوای کششی
inflatable seal .... درزبند بادکنکی
inhibitor solution .... محلول مهارکننده
initial .... ابتدایی - اصلی - آغازین - در آغاز قراردادن
inlet .... ورودی
inlet box damper .... دمپر محفظهٔ ورودی

grade .... کلاس - درجه - طبقه - نوع - مقدار شیب - هموار کردن

grease .... گریس

grease-packed .... گریسخور

groove .... دنده‌دار - شیاردار

ground .... زمین - حیاط - خاک - اتصال به زمین

ground floor .... طبقهٔ همکف ساختمان

guard .... حفاظ - محافظ

H - h

hand damper .... دمپر دستی

hazard .... خطر

header .... لولهٔ اصلی - شاه لوله

heat exchanger .... مبدل حرارتی

heat pump .... پمپ گرما

heater .... گرمکن

heating coil .... کویل گرمایی

heavy duty damper .... دمپرهایی که برای کار سنگین ساخته شده‌اند

heavy oil burner .... مشعل مازوت‌سوز

hermetic .... بسته - غیر قابل نفوذ

hermetic compressor .... کمپرسور بسته

high-side float .... شناور بخش فشار قوی

higher .... بالاتر

hinge .... لولا - مفصل - بند - محور - لولا کردن

hinge and tube .... چفت و بست - لولا و مادگی

hinge bolt .... محور لولا - محور مفصل

flow - switch .... کلید جریان - سوئیچ جریان
fog .... مِه
foot valve .... سوپاپ یکطرفه
forced-draft cooling tower .... برج خنک‌کن با جریان هوای فشاری
forward .... جلو - رو به جلو
forward-curved blades .... تیغه‌های خم جلو
foundation .... فونداسیون - پی - پی‌ریزی - زیرسازی بنا
four-way valve .... شیر چهارراهه
free area ratio .... نسبت سطح آزاد
freeze protection .... حفاظت در برابر یخ‌زدگی
fresh air damper .... دمپر هوای تازه
full load .... بار کامل
fume .... دود
fume scrubber .... دستگاه تصفیهٔ دود
furnace .... کوره
fusible link .... زنجیر قابل تخریب در برابر آتش (در مورد دمپرها)

G - g

galvanized .... گالوانیزه - روی اندود شده - سفیدکاری شده
gas burner .... مشعل گازی
gas pressure switch .... کلید فشار گاز
gate valve .... شیر کشویی
gland .... کلاهک آب‌بندی - بوش - آب‌بند - گلویی
globe valve .... شیر گلویی
governer .... تنظیم کننده - رگولاتور

F - f

face velocity .... سطح سرعت - سرعت سطح
fan .... بادزن
fan inlet damper .... دمپر ورودی بادزن
fan outlet damper .... دمپر خروجی بادزن
fan wheel .... چرخ بادزن
feed .... تغذیه - تغذیه کردن
felt-cartridge type oil filter .... فیلتر نمدی فشنگی
felt-on-wire frame oil filter .... فیلتر روغنی نمدی
fiberglass .... پشم شیشه
filtering medium .... مادهٔ صاف‌کننده (در صافیها)
fire brigade .... مأمورین آتش‌نشانی
fire brigade inler pipe .... لولهٔ اتصالی شبکهٔ آتش‌نشانی ساختمان به لولهٔ مأمورین آتش‌نشانی
fire damper .... دمپر آتش
fit .... اندازه بودن - جفت و جور کردن - سوار کردن قطعه‌ها
fitting .... وصاله - مونتاژ کردن - سوراخ کردن - نصب
fixed .... ثابت
flammable .... قابل اشتعال
float .... شناور
float ball .... توپی شناور
float valve .... شیر شناور
flooded coil .... کویل انباشته
floor .... کف - طبقه
floot .... شناور
flow .... جریان

dry-pipe system .... سیستم لولهٔ خشک

dual fuel burner .... مشعل دو سوخته

duty pump .... پمپ اصلی

E - e

economizer .... صرفه‌گر

edge .... لبه - لب - کنار

eject .... افشاندن - پس زدن

ejection .... بیرون پاشی - پس زنی - بیرون رانی

ejector .... افشانک - پاشنده - پخش‌کننده

elbow .... زانویی

electric-resistance .... مقاومت الکتریکی

elevation .... ارتفاع - مقطع عمودی

eliminator .... قطره‌گیر (در برج خنک‌کن و مانند آن) - حذف‌کننده - محدود کننده

entering air .... هوای ورودی

equalization line .... خط لولهٔ تعادل

erosion .... خوردگی - ساییدگی (بر اثر ضربهٔ ذرات سیال)

evaporative condenser .... کندانسور تبخیری

evaporative surface humidifier .... رطوبت‌زن نوع سطح تبخیری

expansion valve .... شیر انبساط

eye of impeller .... چشم پره (در توربوماشین‌ها)

detect .... آشکار ساختن - کشف کردن - یافتن

detoctor .... آشکار ساز - کشف کننده - ردیاب

device .... وسیله - ابزار

dew point (DP) .... نقطه شبنم هوا

diffuse .... پخش کردن - پراکندن - پاشیدن - انتشار دادن

diffuser .... افشانه - پخش‌کننده - شیپوره (در تلمبه‌ها)

diffusion .... پخش - نفوذ - انتشار - نشت - عبور - آمیزش - نفوذی - پراکندگی

dilution .... رقیق‌کردن - ترقیق

direct connection drive .... محرّک با اتصال مستقیم

direct expansion (DX) coil .... کویل انبساط مستقیم

direct expansion cooling .... سرمایش انبساط مستقیم

discharge .... تخلیه - دهش - دشارژ - بیرون راندن

disconnect .... قطع کردن - جداکردن

disconnect switch .... کلید قطع‌کننده

distribution .... توزیع

diversity factor .... ضریب اختلاف

division plate .... صفحهٔ جداکننده

drain .... آبگذر - مجرای تخلیهٔ آب - زهکش - تخلیه کردن (مایع)

drain pipe .... لولهٔ تخلیه

drain valve .... شیر تخلیه

draw-through .... کششی (نوعی کندانسور هوایی)

drift eliminators .... قطره‌گیرها (در برج خنک‌کن)

drive .... محرّک

drive blade .... تیغهٔ محرّک

drive pulley .... پولی محرّک

dry bulb (DB) temperature .... دمای خشک هوا

dry running .... خشک گردی (پمپ سانتریفوژ)

condensing unit .... واحد تقطیر
condensing water .... آب خنک‌کنندهٔ کندانسور
conditioned space .... فضای مورد تهویهٔ مطبوع
cone .... مخروط
console .... کنسول - طاقچه
control .... کنترل - کنترل کردن
cooler .... سردکننده
cooling tower .... برج خنک‌کن
correct .... درست - صحیح
corrosion .... سایش (بر اثر فعل و انفعالات شیمیایی)
coupling .... اتصال - چفت - عامل اتصال - جفت‌گیری - جفت‌کردن
coupling guard .... حفاظ کوپلینگ
crankcase .... کارتر روغن
cutoff valve .... شیر قطع‌کن
cylindrical .... استوانه‌ای - استوانه‌ای شکل

D - d

damper .... دمپر - میرانه
damper seal .... درزگیر دمپر
deaerator .... دستگاه هوازدا
defrost .... برفک‌زدایی
defrost relay .... رله برفک زدایی
dehydrator .... رطوبت‌گیر - خشک‌کن
detail .... جزئیات - ریزه‌کاری - مشخصات
detail drawing .... نقشهٔ تفصیلی - نقشهٔ جزئیات

C - c

cam	بادامک - ضامن - دماغه
carry-over	رانش ذرات آب به بیرون (در دستگاههایی مثل برج خنک‌کن و هواساز)
cellular foam seal	درزبند اسفنجی
centrifugal	گریز از مرکزی - سانتریفوژ (ی)
centrifugal compressor	کمپرسور سانتریفوژ
centrifuge	دستگاه گریز از مرکزی - سانتریفوژ - به شتاب درآوردن - گریزاندن از مرکز
ceramic	سرامیک - سفال لعابدار - کاشی
chain	زنجیر
chamber	محفظه - اتاقک
characteristic ratio	نسبت مشخصه
check valve	شیر یکطرفه
checklist	برگهٔ بازرسی - فهرست بازرسی
chilled water pump	پمپ آب سرد
chiller water	آب سرد
circuit	مدار
circulation	گردش
cistern	مخزن
clean	تمیز کردن - پاک کردن
closed	بسته
cold weather	شیر هوای سرد(در آتش‌نشانی)
concrete	بتن
condensate	چگالیده
condensate drain	تخلیه‌کنندهٔ چگالیده (آب حاصل از تقطیر)
condenser	کندانسور - چگالنده

ball valve .... شیر کروی - شیر ساچمه‌ای
ball-and-socket assembly .... تکیه‌گاه مفصلی
ballcock .... شیر کروی (ضربه‌ای)
basine .... تشت - لگن
belt drive .... محرّک تسمه‌ای
belt guard .... حفاظ تسمه
bend .... خم - زانویی - خمیدگی - خم کردن
blade .... تیغه
blade edge seal .... درزبند لبهٔ تیغه
blade side seal .... درزبند کنار تیغه‌ای
blow .... وزش - دمیدن هوا - ضربه - برخورد
blow-through .... وزشی (نوعی کندانسور هوایی)
blowdown .... لِردگیری (در دیگها) - تخلیه
blowdown valve .... شیر لِردگیری - شیر تخلیه
bolt .... پیچ
bonnet .... سرپوش - کلاهک - درپوش
booster .... کمکی
box .... جعبه - محفظه
break cistern .... منبع واسطه
breeching .... لولهٔ دود (در دیگها)
bubbler .... حباب‌ساز
burner .... مشعل
butterfly .... پروانه
butterfly blade .... تیغهٔ پروانه‌ای
bypass .... کنارگذر
bypass damper .... دمپر میان بر

air-to-air heat pump .... پمپ گرمای هوا به هوا
alarm .... هشداردهندهٔ صوتی - آلارم
algae .... جلبک
alignment .... هم محوری - همترازی
ammeter .... آمیتر - آمپر سنج
amper: Amp .... آمپر
apparatus .... دستگاهها
approach .... نزدیک شدن - تقرب - تماس - میل
assembly .... مونتاژ - سوار کردن قطعات - مجموعه
atmospheric cooling tower .... برج خنک‌کن آتمسفریک
atomization .... پودرسازی (مایعات)
atomize .... پودر کردن (مایعات)
atomizing .... پودرسازی (مایعات)
attenuate .... رقیق کردن یا شدن - نازک کردن یا شدن - تخفیف دادن - سبک کردن یا شدن
attenuator .... خفه‌کننده - تخفیف‌دهنده - رقیق‌کننده
automatic air release valve .... سوپاپ هواگیری خودکار
automatic damper .... دمپر خودکار
axial .... محوری
axial flow fan .... بادزن جریان محوری

B - b

backdraft damper .... دمپر یکطرفه
backward .... عقب - روبه عقب - وارونه - از پشت
backward-curved blades .... تیغه‌های خم عقب
baffle .... دیواره - تیغه - صفحهٔ حائل

واژه‌نامه

A - a

abrasion .... ساییدگی

abrasive separator .... جداکنندهٔ مواد خورنده

absorb .... جذب کردن

absorbed .... جذب شده

absorbent/absorbant .... مادهٔ جاذب

absorber .... جذب کننده - جاذب

absorption .... جذبی

absorption machine .... چیلر جذبی (ابزوربشن)

actuator .... محرّک

adjustment screw .... پیچ تنظیم

agitator .... همزن

air atomizing system .... سیستم هوای پودرکننده

air handling unit .... دستگاه هواساز

air pocket .... کیسهٔ هوا (در اصطلاح لوله‌کشی گودی و فرورفتگی که هوا در آن جمع شود)

air pressure switch .... کلید فشار هوا

air separator .... جداکنندهٔ هوا

air washer .... هواشوی

air-cooled condenser .... کندانسور هوایی - کندانسور هوا-خنک

منابع و مراجع

1- MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK

By: Lindley R. Higgins

Forth Edition, 1988, McGram-Hill book company

2- MECHANICAL AND ELECTRICAL SYSTEMS FOR CONSTRUCTION

By: Riley shuttleworth

First Edition, 1983, McGram-Hill book company

3- MODERN AIR CONDITIONING PRACTICE

By: Norman C. Harris

Third Edition, 1983, McGram-Hill book Company

4- CHEMICAL ENGINEERING PROGRESS

November 1991

5- PLANT ENGINEERING

November 1994

6- HANDBOOK OF AIR CONDITIONING SYSTEM DESIGN

By: Carrier Air Conditioning Comany

7- ENGINEERING MANUAL OF AUTOMATIC CONTROL

By: Honeywell Co.

SI Edition, October 1989

8- CUENOD THERMOTHCHNIC CATALOGUE

از همین مؤلف منتشر شده است:

کتاب "محاسبات تأسیسات ساختمان"

نحوهٔ محاسبهٔ تأسیسات ساختمان به صورت کاملاً کاربردی با بـهره‌گـیری از مرجع از معتبرترین کتب تأسیساتی آمریکا با مثالها و پروژه‌های حل شدهٔ متعدد شا

- حرارت مرکزی
- تهویهٔ مطبوع
- آبرسانی و دفع فاضلاب ساختمان
- سیستم آتش‌نشانی ساختمان
- مجموعه‌ای از آخرین کاتالوگهای وسایل تأسیساتی معتبرترین کارخانجات ایران خارجی
- واژه‌نامه با بیش از هزار واژگان تأسیساتی

ازهمین مولف منتشر شده‌است:

کتاب " **نقشه‌کشی اجرایی سیستم‌های تهویه مطبوع** "

شامل : اصول نقشه‌کشی، نقشه‌کشی سیستم کانال‌ها،نقشه‌کشی سیستم ایزومتریک سیستم کانال‌ها، نقشه‌کشی مقاطع و جزئیات.

از همین مؤلف منتشر می‌شود :

"فرهنگ بزرگ لغات و اصطلاحات تأسیساتی"

جامع‌ترین و بزرگترین واژه‌نامهٔ تأسیساتی ایران در دو بخش انگلیسی-فارسی و فارسی-انگلیسی در قالب یک کتاب با هزاران واژگان، به همراه تعریف و توضیح واژه‌ها.

از همین مؤلف منتشر می‌شود:

کتاب "مجموعه مقالات کاربردی تأسیسات"

شامل:

مقالات کاربردی دربارهٔ آب و فاضلاب و سیستم‌های بخار و نگهداری سیستم لوله‌کشی ساختمان و تهویه مطبوع و ...

منتشر شده است:

"تعمیر و نصب سیستمهای برودتی"

شامل:

نصب و راه‌اندازی ــ تعمیر و نگهداری ــ تشخیص عیوب و ...

نویسنده : ای. سی. بریانت

ترجمهٔ : زاره انجرقلی

(عضو انجمن صنعت تأسیسات)

منتشر شده است:

"محاسبات وکارگزاری برق

(جلد اول)

شامل:

محاسبات وکارگزاری کابل، فیوز، مدارهای سیم‌کشی ساختمان، محاسبه و کارگزاری دستگاه محافظ جان (F11) همراه با شماتیک دستگاههای برقی.

تألیف مهندس بهروز احمدی